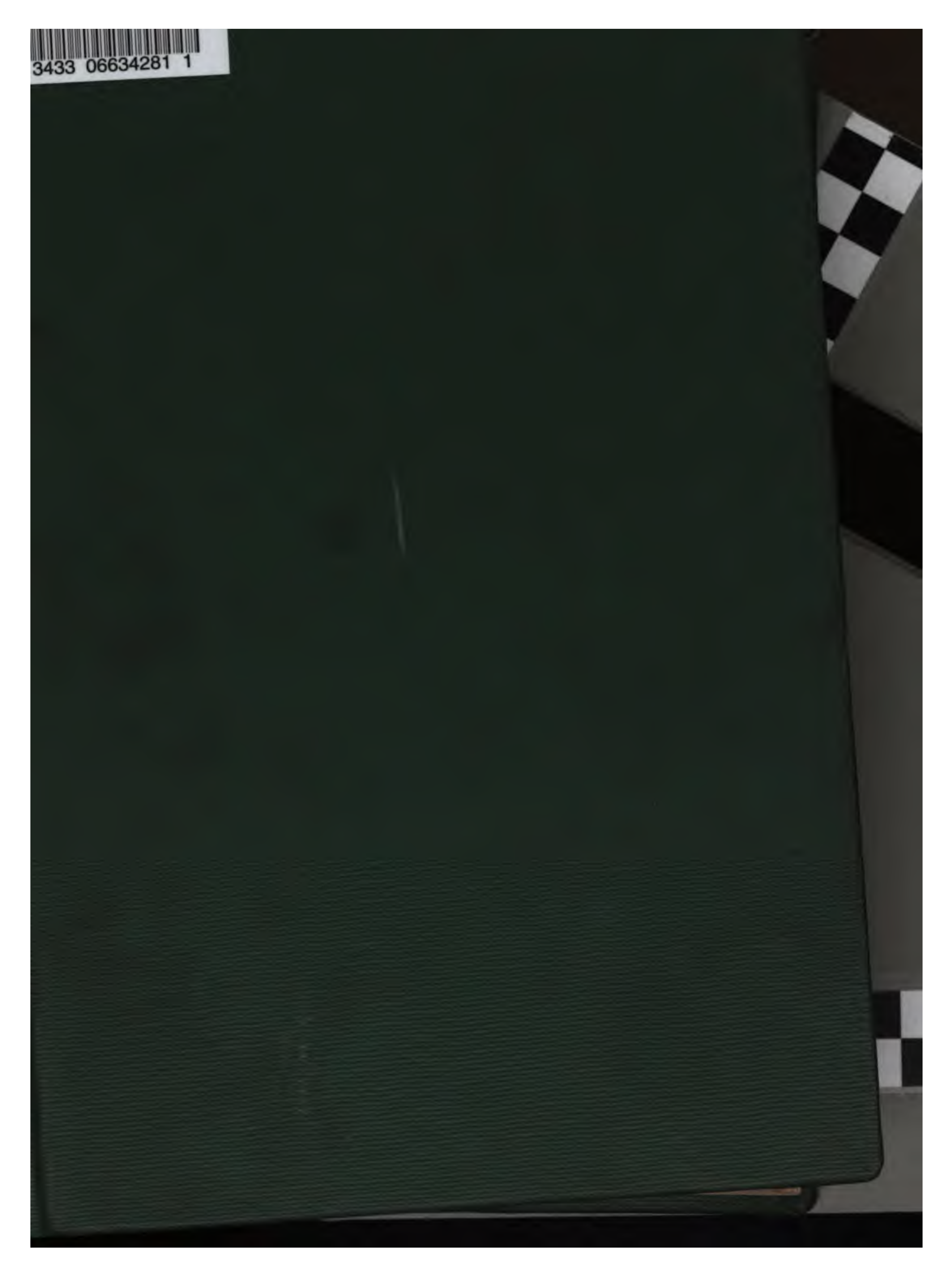










Himmel und Erde.

Illustrirte naturwissenschaftliche Monatsschrift.

Himmel und Erde.

Illustrirte naturwissenschaftliche Monatsschrift.

Herausgegeben

von der

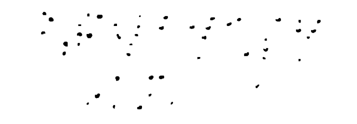
GESELLSCHAFT URANIA.

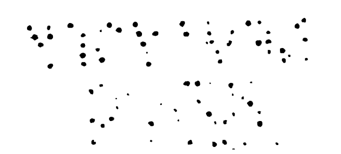
Redacteur: Dr. M. Wilhelm Meyer.

III. Jahrgang.



BERLIN.
Verlag von Hermann Paetel.
1891.





Verzeichnifs der Mitarbeiter

am III. Bande der illustrirten naturwissenschaftlichen Monatsschrift „Himmel und Erde“.

Archenhold, F. S., in Berlin 124. 137. 286.

Bebber, Prof. Dr. van, Abtheilungsvorstand der Seewarte in Hamburg 300, 482.

Dewitz, Dr. J., in Berlin 533. 577.

Fock, Dr., in Berlin 187. 220.

Foerster, Prof. Dr. W., Direktor der Kgl. Sternwarte in Berlin 418. 428.

Ginzel, F. K., Astronom am Recheninstitut der Kgl. Sternwarte in Berlin 79. 241. 386.

Hellmann, Prof. Dr. G., in Berlin 378. 389. 437. 511.

Henning, L., in Berlin 379.

Holden, Prof. Edward S., Direktor der Lick-Sternwarte auf Mount Hamilton 149.

Kafsner, C., in Berlin 422.

Körber, Dr. F., Astronom an der Urania in Berlin 42. 84. 87. 95. 122. 137. 146. 147. 175. 228. 242. 272. 273. 275. 321. 387. 388. 470. 477. 478. 484. 485. 528. 541.

Levin, Dr. L., Oberrealschullehrer in Braunschweig 280

Meyer, Dr. M. Wilhelm, Direktor der Urania in Berlin 173. 468. 475.

Palmieri, Prof. L., Direktor des Observatoriums am Vesuv 341.

Rink, Dr. H., in Christiania 293. 359.

Rottok, Admiralitätsrath in Berlin 245. 314. 368. 427.

Samter, Dr. H., in Wolfenbüttel 458.

Scheiner, Dr. J., Astronom am Astrophysikalischen Observatorium in Potsdam 18. 65.

Schwahn, Dr. P., Astronomischer Abtheilungsvorstand an der Urania in Berlin 1. 33. 55. 232. 484. 584. 585.

Sohncke, Prof. Dr. L., in München 157.

Spies, P., Physikalischer Abtheilungsvorstand an der Urania in Berlin 35. 53. 270. 347. 404. 416.

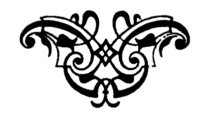
Stapff, Dr., in Berlin 328.

Süring, Dr., in Berlin 575.

Thoroddsen, Th., in Reykjavik 182.

Wagner, Dr. E., Assistent am Kgl. Meteorologischen Institut in Berlin 42. 197. 243. 256. 277. 278. 483.

Weinstein, Privatdozent Dr. B., in Berlin 101. 495. 548.



Inhalt des dritten Bandes.

Essais.

Seite

Mittheilungen.

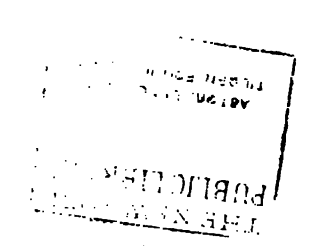
Bibliographisches.

Den mit einem * versehenen Artikeln sind erläuternde Abbildungen beigegeben.

Namen- und Sachregister

zum dritten Bande.







Eine Gletscherlandschaft.

An unsere Leser!

Mit dem vorliegenden Hefte beginnt die Zeitschrift „Himmel und Erde“ ihren dritten Jahrgang. Mit Befriedigung darf sie auf ihre bisherigen Leistungen zurückblicken; denn Dank der Mitwirkung hervorragender Forscher und Gelehrten, hat unsere Zeitschrift während ihres zweijährigen Bestehens auf den von ihr vertretenen Gebieten nicht nur in den Kreisen der Fachgelehrten eine hervorragende Bedeutung*) erlangt, sondern auch in denen des gebildeten Publikums.

Gleichwohl ist es der Redaktion, welche durch eine lebhaft fortgeführte Korrespondenz stets mit dem Leserkreise in Fühlung geblieben ist, nicht entgangen, dafs Ton und Darstellungsweise, vielleicht auch die Wahl der behandelten Gegenstände nicht immer den Anforderungen eines weniger vorgebildeten grofsen Laienpublikums entsprachen, da einzelne, allerdings für den Fachmann oder vorgeschritteneren Dilettanten interessante Abhandlungen doch zu schwerwiegend waren, um von einem gröfseren Laienkreise hinreichend gewürdigt werden zu können. Hier Abhülfe zu schaffen, die Zeitschrift „Himmel und Erde“ populärer zu gestalten, sowohl was die Sprache, wie die behandelten Themata anbetrifft, wird daher fortan das unausgesetzte Streben der Redaktion sein. Ueberdies wird die Zeitschrift noch wesentlich ihren Wirkungskreis erweitern, indem sie fortan auch alle diejenigen Gebiete behandeln wird, welche unser so schnell selbst im fernsten Ausland populär gewordenes Berliner Institut, die Urania, kultivirt. Namentlich sollen interessante Fragen aus dem Gebiete der Physik und Chemie, sowie der Biologie, soweit solche ein allgemeines, zur Entwickelung eines einheitlichen Weltbildes in Beziehung stehendes Interesse haben, in den Kreis ihrer

*) Ausspruch von Professor Edward S. Holden, Direktor der Lick-Sternwarte auf Mt. Hamilton (Californien): „It has rendered most valuable service to sciense, not only by its important articles, but also by its capital reproductions of astronomical and other drawings and photographs. In this direction it has already conquered an absolutely unique position.“

Betrachtungen gezogen werden. So werden von jetzt ab u. A. auch die hervorragendsten in der „Urania" gehaltenen Vorträge über die verschiedensten diesen Gebieten angehörige Themata durch die Zeitschrift jedermann zugänglich gemacht werden. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dafs durch diese Erweiterung des Programms der Inhalt von „Himmel und Erde" sich bei weitem vielseitiger gestalten und die Zeitschrift ihrem Zweck, als Organ der „Gesellschaft Urania", gleich dieser, zur Popularisirung der Naturwissenschaft und Verbreitung richtiger Naturerkenntnifs beizutragen, in vollkommenerer Weise entsprechen wird, als dies bei der bisherigen Beschränkung des Programms auf Astronomie und verwandte Wissenschaften der Fall sein konnte.

Wir hoffen daher zuversichtlich, dafs das Streben der Redaktion, den Inhalt unserer Monatshefte noch reichhaltiger und populärer zu gestalten, bei den Lesern Beifall finden und der Zeischrift „Himmel und Erde" zahlreiche neue Freunde zuführen wird.

Berlin, Ende September 1890.

Die Redaktion.



Die Erscheinungen der Gletscherwelt.

Vortrag, gehalten im wissenschaftlichen Theater der Urania.

Von Dr. P. Schwahn.

Bei dem vielfachen Interesse, welches die grofsartigen im Schofse der Hochgebirge verhüllten Erscheinungen erregen, dürfte eine Darlegung unserer Kenntnisse vom Wesen und der Entstehung der Gletscher und Eismeere ein lohnendes und ansprechendes Thema für einen Vortrag darbieten. Alle Naturforscher, Freunde und Besucher der Alpenwelt stimmen ja darin überein, dafs unter den Erscheinungen derselben keine sei, welche so sehr die Aufmerksamkeit und das Interesse eines jeden auf sich lenke, wie die Gletscher.

Und in der That, das erste Gefühl, welches sich uns aufdrängt, wenn wir uns den Bergriesen mit ihren weifsen Gewändern und Eisschleppen gegenüber sehen, wenn uns der Fufs über die vereisten Wiegen der ewigen Ströme trägt, die von hier aus Leben und Bewegung in die lachenden Thalebenen hinabbringen, dieses erste Gefühl ist eine lebhafte Wifsbegierde, die nach den Ursachen und Wirkungen dieser seltsamen Naturgebilde fragt, eine Wifsbegierde, die ihre Gegenwart erkennen, ihre Vergangenheit erforschen und ihre Zukunft enthüllen möchte.

Was beim ersten Anblick der Alpenwelt einen tiefen und eigenartigen Eindruck ausübt, das ist der grelle Contrast des Sommers und des Winters, die Vereinigung so schroffer Gegensätze wie Leben und Erstarrung, welche die nackten Felsgipfel und die blühenden Thäler darbieten. Da vermag man mit der einen Hand eine Alpenrose zu pflücken, während die andere noch auf Eismassen ruht.

Und so ist denn die erste Frage, welche sich uns bei Betrachtung der firngepanzerten Kuppen aufdrängt, diejenige nach den Ursachen der Erhaltung des Schneeteppichs, selbst in Zeiten des Hochsommers,

wo in den Thalregionen oft drückende Schwüle obwaltet. Steigen wir denn nicht der erwärmenden Sonne entgegen, wenn wir die Berge erklettern, und erreichen uns dort ihre glühenden Pfeile nicht unmittelbarer, als unter den dunstigen, tieferen Schichten des Luftmeeres? So fragt man sich wohl.

Dieser scheinbare Widerspruch findet seine Lösung darin, dafs die Lufthülle die Wärmestrahlen der Sonne in ihren oberen Schichten zum gröfsten Theil ungestört hindurchwandern läfst, ohne eine merkliche Temperaturerhöhung zu bewirken. Wir wissen, dafs nur etwa 6 % der Sonnenstrahlung in 5000 m Höhe über dem Meeresspiegel, 11 % in 3000 m, 21 % in 1200 m Höhe von der Atmosphäre verschluckt werden, während der bei weitem überwiegende Theil, etwa 60 % den Erdboden im Meeresniveau erreicht. Unten, nicht oben liegt demnach die Heizfläche des Luftmantels, und daher sind die tieferen Schichten desselben am stärksten erwärmt und theilen von ihrem Wärmevorrath erst den auflagernden Schichten mit. Nun kommt zwar die Luft auf Bergen und Hochebenen auch mit bestrahlten Felsflächen in Berührung, die ihr Wärme mittheilen können; allein die Heizfläche der Gebirge und Hochländer, die gleich Inseln in den Luftozean aufragen, ist vergleichsweise gering zu den ruhelos sie umfluthenden Luftmengen der kühleren freien Atmosphäre, und so rasch sich auch oben der Boden bei klaren Sommertagen unter dem Einflusse des Tagesgestirns erwärmt, so rasch kühlt er sich bei Nacht wiederum ab infolge der geringeren Dichte der höheren Luftschichten. Die Wärme bewahrende Hülle wird immer dünner und dünner, je höher wir emporsteigen; immer schutzloser ist dann Boden und Luft der schnellen Ausstrahlung in den freien kalten Weltraum preisgegeben.

So gelangen wir denn bei einer gewissen Erhebung über dem Meeresspiegel, selbst unter dem Aequator, in Regionen, wo die atmosphärischen Niederschläge nur in Form von Schnee niederfallen. Diese untere Grenze der dauernden Schneebedeckung heifst die „Schneelinie oder Schneegrenze.“ In der Tropenzone schwankt dieselbe zwischen 4800 und 5500 m Höhe, in Centralasien beginnt sie schon bei 3000 m, in Lappland steigt sie auf 1200 m herab, und in Spitzbergen und Grönland erreicht sie beinahe den Meeresspiegel, indem hier die Kälte der Pole und diejenige der Höhen allmählich in eine zusammenfliefsen.

In den Regionen des ewigen Winters müfste sich also der Schnee jahraus, jahrein anhäufen, immer höher müfste er sich thürmen, immer weiter die Berge gen Himmel emporwachsen lassen. Tyndall hat berechnet, dafs sich in dieser Weise die Alpen seit Beginn der christ-

lichen Zeitrechnung um mehr denn 1600 m erhöht haben sollten. Dergleichen geschieht nun aber in Wirklichkeit nicht; die Natur selbst sorgt für die Fortschaffung dieser ungeheuren Massen, sie stellt das bedrohte Gleichgewicht wieder her, indem der Schnee, seine eigene Last nicht ertragend, tieferen Regionen in den Schofs sinkt, und zwar bedient er sich hierzu zweier an sich sehr merkwürdiger Bewegungsformen, der Lawinen und der Gletscher.

Dort, wo sich Steilgehänge im Gebirge vorfinden, geräth der Schnee in rasche rutschende, dann fliefsende und stürzende Bewegung. Die Lawine donnert nieder, wie man sagt. Dort aber, wo minder steile Abfälle sich zeigen, fliefst aus den Thalkesseln der Schneeregionen in langsamem, kaum sichtbarem Zuge der Schnee, zum mächtigen Eisstrom umgewandelt, majestätisch als Gletscher herab. Was die Lawinen durch vorübergehende, plötzliche und heftige Bewegungen thun, das leisten die Gletscher durch stetes, langsames Fliefsen.

Lawinenstürze sind in den Alpen sowie überhaupt in allen Gebirgen mit steilen Gehängen und Gräten eine überaus häufige Erscheinung. Man unterscheidet, je nach der Art ihrer Bethätigung und Bildung, zwischen „Staub- und Grundlawinen".

Wenn es bei kalter Witterung im Hochgebirge schneit, ist der Schnee feinkörnig, trocken und liegt auf dem älteren gefrorenen Boden nur locker auf. Die vom Winde gejagten Flocken sammeln sich dann hinter schützenden Kämmen ungestört an, sie bilden bald lange Lagen, bald über die Bergkanten frei hinausragende Schneeschilder. Das Abbrechen eines solchen Schneeschildes ist meist die erste Veranlassung zum Entstehen einer Lawine. Wo dann eine solche Masse niederbraust, da reifst sie die übrigen, am Wege befindlichen, mit sich fort in die Tiefe. Die schwereren Theilchen bewegen sich mehr oder weniger dem Boden folgend, während die feineren Krystallchen in Form einer Wolke in die Luft hinausstieben und sich nur allmählich als Staub in den Thalebenen niederlassen.

Durch diese fallende Schneewolke wird die Luft sehr stark zusammengedrückt und stürmt als Orkan der Lawine voraus, von letzterer jählings verfolgt und zu beschleunigter Flucht immer mehr angetrieben. Wird der niederbrausende Strom, wie ein Sturzbach, durch Verengungen des Thales gestaut, so ist sein Druck um so mächtiger und sein Durchzug durch die Enge von gewaltiger Zerstörung begleitet. Ganze Waldungen unterliegen dann seiner Wuth; man hört von gar wunderbaren Wirkungen des Lawinenwindes, der Wohngebäude wie Kartenhäuser wegzublasen vermag.

„Die frostige Windsbraut“, sagt der bekannte Schweizer Lawinenforscher Coaz, „schiefst mit ihren gewaltigen weifsen Fittichen aus ihrem hohen Winterhorste mit solch rasender Schnelligkeit in die Tiefe, dafs der Wanderer beim kaum geborenen Fluchtgedanken von ihr schon erfafst, sein Bewufstsein erstickt und sein Körper in den Falten ihres eisigen Schneegewandes zu Grabe gebettet wird“.

Solche Lawinen nennt man Staublawinen nach dem Schneestaub, aus dem sie bestehen. Das Abtrennen von Eiszapfen oder Steinen von den Felsenhängen, der Tritt eines Thieres, ja selbst die leiseste Lufterschütterung durch Glockenschläge und Peitschenknall können ihren Losgang bewirken.

Am häufigsten treten solche Erscheinungen bei stürmischem Wetter ein, wenn der Wind die Bäume schüttelt, den Schnee von Höhen über Gräte und Kämme in die Gehänge hinausfegt und an die Schneeschilde kräftig anbläst. Das giebt dann oft Veranlassung zum Aufbruch ganzer Reihen von Lawinen, ja eine einzelne kann durch die Erschütterung ihres Sturzes eine Menge in der Nähe befindlicher zur gemeinsamen Wanderung in die Tiefe wachrufen.

Der Umstand, dafs durch die leiseste Lufterschütterung die lockeren Schneemassen ihres Zusammenhanges mit der schmalen Felsbasis beraubt werden können, ist es, warum jeder im Winter das Gebirge durchmessende Aelpler ängstliche Blicke zu den Bergen aufsendet, weswegen der Postillon mit der Peitsche nicht knallt, — und die Säumer früherer Zeiten, als es noch keine Schutzgallerien in den Alpen gab, die Schellen ihres Vorrosses mit Heu verstopften, wenn sie die engen Defilés der Schöllenen, den Cardinell am Splügen und ähnliche Schluchten passirten. Hierauf beziehen sich die Schillerschen Verse:

„Und willst Du die schlafende Löwin nicht wecken,
So wandere still durch die Strafse der Schrecken.“

Am St. Gotthard bewirkten die Bodenerschütterungen infolge der Sprengungen im Innern des Tunnels jeden Winter das Abfahren von Lawinen. Durch die Beobachtung, dafs Lufterschütterungen ihren Losbruch veranlassen, ist man auf den Gedanken gekommen, durch Schiefsen oder Anschreien sie nach Willkür hervorzurufen. Auf dem Brenner werden dazu von vorausfahrenden Lokomotiven mit der Dampfpfeife die schrillsten Töne erzeugt, um später kommende Bahnzüge vor Verschüttung zu sichern.

Wesentlich verschieden von der Bildung und Bethätigung der Staublawinen sind die Grund- oder Schlaglawinen. Sie entstehen bei raschem Umschlag der Witterung, namentlich im Frühjahr, wenn der

Föhn, dieser gefürchtete Alpenwind, über die Berggipfel hinstreicht. Ihren Namen führen sie, weil der Schnee bis auf den Grund abreifst, so dafs der dunkle nackte Felsboden sichtbar wird; auch ist ihre Masse nicht jener sandige, trockene Schnee, der als Spiel der Lüfte von den Winden einhergeschleudert wird, sondern alter, überjähriger Schnee, der eine ballige Gestalt angenommen hat.

Auch nicht blofse Lufterschütterungen vermögen diese Grundlawinen zum Falle zu bringen; ihren furchtbaren Sturz bereiten die lauen Lüfte, die einziehende Frühlingswärme vor. Wenn das Schmelzwasser durch die Schneedecke dringt, überströmt es deren schlüpfrigen Rasen- und Felsuntergrund, sodafs unter dem Teppich Hohlräume entstehen. Das Gesetz der Schwere macht dann seine Rechte geltend, die Masse löst sich los und beginnt, einem Sturzbache gleich, von Sekunde zu Sekunde an Beschleunigung gewinnend, die Verderben drohende Thalfahrt.

Drunten aber, wo schon längst der Frühling eingezogen ist und frisches Grün die Wiesenflächen ziert, werden die herabstürzenden Schneemassen in Form mächtiger Kegel abgelagert. So geschah es bei dem grofsen Lawinensturze von Raschitz bei Zernez im Unterengadin, wo nahezu eine Million Kubikmeter Schnee in dem Engpafs fast ein Jahr hindurch lagerten. Um die Verkehrsstörung auf der Poststrafse zu beseitigen, mufste eine Gallerie von 75 m Länge durch den Kegel hindurch gegraben werden. Es giebt Hochthäler in der Schweiz, deren Thalsohlen im Frühjahr mit Schneemassen vollständig ausgefüllt sind, wie z. B. das Unteralpthal bei Andermatt und das wegen seiner Lawinen so berüchtigte 2 km lange Val Tremola am St. Gotthard.

Die meisten dieser Grundlawinen haben ihre regelmäfsigen, ausgefegten Schurflinien, durch welche sie im Frühjahr niederrasen. Und wie gewaltig diese Schneemassen sind, die im Thale abgelagert werden, das kann man aus einer Schätzung des eidgenössischen Oberforstinspektors Coaz erkennen, der zufolge im Gebiete der St. Gotthards-Gruppe allein 300 Millionen Kubikmeter Schnee alljährlich von den Bergen abgeschüttelt werden, von denen etwa auf einen jeden der dortigen 500 Züge 600 000 cbm entfallen mögen.

Trotzdem man in den Alpen durch Verbauung solcher Züge einem Unglücke vielseitig vorgebeugt hat, geriethen doch im Jahre 1878—79 in der Schweiz noch 40 Menschen in Lawinen, ja der daselbst durch solche Naturphänomene verursachte Schaden scheint sich im Laufe der Zeit mehr und mehr gesteigert zu haben, was wohl in

der Entwaldung begründet liegt, die in kurzsichtig egoistischer Weise von den Menschen befördert wird.

Bergbewohner, Pferde, Hunde sowie Gemsen zeigen einen starken Instinkt, sie fühlen das Herannahen von Lawinen und wissen denselben auszuweichen. Menschen, welche mit Lawinen zu Thale gestürzt sind, berichten fast alle übereinstimmend, dafs sie, wie schwimmend in oder auf der Sturzmasse, ihre Glieder frei bewegen konnten; dann aber folgten unmittelbar nach dem Stillstehen ein lautes Krachen und Knirschen und ein gar gewaltiger Druck, unter dem sie zerquetscht zu werden glaubten. In dem folgenden Augenblicke schon fanden sie sich, unbeweglich fest, ringsum von Schneeeis eingegossen. Erst wenn die Körperwärme das anliegende Schneeeis schmilzt, kann der Eingeschlossene sich wieder ein wenig bewegen; ja es ist schon vorgekommen, dafs von Lawinen Erfafste frei an der Oberfläche blieben mit Ausnahme eines Fufses oder Armes, der nun aber so fest eingefroren war, dafs fremde Hülfe sich zur Befreiung nöthig erwies.[1])

Dringt nach dem nächsten Bergdorfe Kunde von einer Lawinenverschüttung, so ziehen die Bewohner mit langen, dünnen Stöcken eiligst zur Stelle und stofsen, in Reihen fortschreitend, überall in den Schneekegel hinab. Trifft man auf einen Verschütteten, so zeigt sich dies sofort an der Veränderung des Widerstandes. Lebt er noch, so versteht er jedes Wort, was über ihm gesprochen wird, allein seine Stimme dringt nicht hindurch zu den Ohren seiner Retter. Schon oft haben Menschen sich nach mehr als zweitägigem Begrabensein im Eise wieder erholt; es kommt eben alles darauf an, ob ein glücklicher Zufall sie in einer so günstigen Lage eingebettet hat, dafs ihnen Luft zugeführt werden kann.

Mag nun auch der in einzelnen Fällen durch Lawinen angerichtete Schaden sich bedeutend erweisen, so mufs man sie doch als vorwiegend nutzbringende Alpenphänomene bezeichnen. Denn die Lawinen tragen sehr wesentlich bei zur Ausgleichung des Klimas in den Hochregionen, und ohne ihr massenhaftes Abgleiten würde sicher manch' schöne hochgelegene Matte ohne Vegetation bleiben. Ihre Bedeutung springt am besten in die Augen, wenn man an einem warmen Frühlingstage ins Gebirge hinaufsteigt. Von allen Gehängen herunter, aus allen Schluchten heraus sieht man sie niederrasen, von allen Seiten her ertönt ihr klingendes Echo. Der Berg schüttelt sein

---

[1]) Vergl. Heim, Handbuch der Gletscherkunde, sowie Coaz „die Lawinen der Schweiz", wo zahlreiche interessante Fälle von Lawinenverschüttungen erwähnt werden.



Der Aargletscher und das Finsteraarhorn.

Winterkleid ab. Das ist das Geläute, mit dem der Frühling im Gebirge Einzug hält.

Wenden wir uns jetzt den gewaltigsten und merkwürdigsten aller Alpenerscheinungen zu, den Gletschern. Nicht jeder Berg, der über die Schneegrenze hinausragt, wird die zur Gletscherbildung nöthigen Bedingungen besitzen; es kommt hier sehr wesentlich auf die Form und Gestaltung der Berge an. So zeigt beispielsweise der Ararat aus Gründen der Bergform keine Vergletscherung, obwohl seine Kuppe sich nahezu 1000 m in die Regionen des ewigen Schnees erhebt. Wo dagegen ein Gebirge Thalkessel und weite Mulden aufweist, die nur wenige Meter in die Schneeregion hinaufreichen, da wirken diese als Sammelbecken, und es entstehen bedeutende Gletscher. Hier hoch oben auf den Gipfeln und Kämmen der Hochgebirge, die gleich Inseln in einem Ozeane auftauchen, befinden sich die Wiegen jener vereisten Ströme, welche den Schnee zu Thale tragen und so jene ewigen Quellen erzeugen, denen das Alpengebirge seinen Wasserreichthum verdankt. Hier gleitet der Schnee von den Steilwänden herab in die weiten Kessel und Schluchten, und diese Sammelbecken, welche man Firnmulden nennt, sind die eigentlichen Nahrungsquellen der Eisströme.

Der Firnschnee besteht aus kleinen Körnchen von Eis, er geht aus dem gewöhnlichen Schnee dadurch hervor, dafs das Schmelzwasser der oberen Schichten die tiefer liegenden Schneekrystallchen und Nädelchen mit einer dünnen Schicht Wassers umzieht, welche bei nächtlicher Kälte wieder gefriert. Es ist vorzugsweise der Druck der höheren Lagen, welcher die tieferen Firnmassen zusammenprefst und so allmählich alles Firn in Eis überführt, das jetzt, den Gesetzen der Schwere folgend, in die Thalfurchen drängt und sich als Gletscherstrom abwärts bewegt. Die Gröfse eines Gletschers richtet sich naturgemäfs nach derjenigen des Firngebietes. In der Regel besteht dasselbe nicht aus einer einzigen Mulde, sondern ist aus mehreren untergeordneten Mulden zusammengesetzt, aus denen je eine Gletscherzunge ausfliefst, die sich weiter abwärts zu einem mächtigen Strome vereinigen. So besteht z. B. der Unteraargletscher aus zwei zusammenfliefsenden Hauptströmen, die ihrerseits wiederum aus vierzehn kleinen Nebenzuflüssen gebildet werden.

Wir wollen uns in dem Folgenden nun hauptsächlich mit den Erscheinungen der Alpenwelt befassen. Indefs möchte ich zunächst darauf aufmerksam machen, dafs es sehr verschiedene Typen von Eisströmen giebt, dafs man einen alpinen, einen norwegischen und grönländischen Gletschertypus sehr wohl zu unterscheiden hat.

Die grofsen norwegischen Gletscher im Gebiete der Justedalsbraen zeigen durchaus verschiedenen Charakter von demjenigen, welchem wir später bei den Alpengletschern begegnen werden. Nicht mit kühnen Gipfeln und Gräten, sondern mit weiten welligen Hochflächen, die oft unvermittelt in die Thäler und Fjorde abstürzen, ragt das skandinavische Gebirge in die Schneeregion hinein. Flache, einförmige Firnfelder, nur wenig von Felsen und Steilböschungen unterbrochen, bedecken die breiten Berge dieses Hochlandes, und seine Gletscher fliefsen zweigartig vertheilt zu Thale und ergiefsen sich meist unmittelbar in die düstern Schluchten und Fjorde. Die Justedalsbraen besitzt eine Firnmulde von über 900 qkm Flächenareal, aus der zwanzig grofse Eisströme dem Meere zufliefsen, jeder einzelne von über fünf Kilometer Länge; dagegen erscheint der mächtigste aller Alpengletscher, der Aletsch an Gröfse gering.

Die höchste Staffel der Vergletscherung bietet der grönländische Typus dar. Grofse Flächen, wie Eismeere, sind hier zu finden, aus denen nur spärlich vereinzelte Gipfel, sogenannte „Nunataks“ hervorragen, welche immerhin unter dem ewigen Eispanzer dieses Kontinents mächtigen Gebirgsstöcken angehören mögen. Die Gletscher sind hier die Ausläufer des Binnen- oder Inlandseises, welches das Innere von ganz Grönland in Schichten von 300 bis 1000 m Höhe überdeckt, wie dies ja durch die Polarreisen von Bessel, Hays, Nordenskjöld, Jensen und neuerdings durch die kühne Durchquerung des jungen schwedischen Forschers Frithjof Nansen bestätigt worden ist.

Wenn man den Alpen-Typus mit dem norwegischen und grönländischen vergleicht, ergiebt sich, dafs die Individualität der einzelnen Gletscher in höheren Breiten mehr und mehr verschwindet. In den gemäfsigten Zonen haben wir noch scharf ausgeprägte Grenzen zwischen Firn und Gletscher, in Norwegen fehlen schon die Firnscheiden, und bei der Kontinentalvergletscherung Grönlands sind die Eisströme keine Einzelgebilde mehr, sondern bestehen aus einer grofsen zusammenhängenden Fluth.

Ich will nun, bevor ich zu den besonderen Eigenschaften der alpinen Gletscherwelt übergehe, zunächst von ihrem allgemeinen Charakterzuge sprechen. Dahin gehört in erster Linie die Frage nach der Gliederung und den Dimensionen derselben.

Die Gesamtgletscherfläche der Alpen wird auf 4000 qkm geschätzt, sie umschliefst gegen 2000 primäre und sekundäre Gletscher.

Ihre Hauptlagerstätten sind die drei höchsten Gebirgsstöcke, die Finsteraar-, die Monterosa- und die Bernina-Gruppe.

Die Finsteraar-Gruppe beherbergt in ihrem Schofse die zahlreichsten und unter ihnen den gewaltigsten aller alpinen Eisströme, den Grofs-Aletsch. Die weiten Firnmulden, welche diesen Strom ernähren, bestehen aus mehreren Falten und Schluchten, die drei Hauptabtheilungen bilden, den Ewigschnee-, den Jungfraufirn und den grofsen Aletschfirn. Sie umfassen zusammen 99 qkm, während der Eisstrom eine Fläche von 29 einnimmt und bei einer Länge von 24 km eine Breite von 1800 m aufweist. Um ihn zu besteigen, müfsten wir demnach eine Eiswüste durchwandern gleich der Strecke von Berlin bis Potsdam.

Dort, wo der Aletsch oberhalb des Dorfes Mörilen mündet, stöfst sein Ende auf das Bedmerhorn, und zwischen diesem und den Vieschehörnern gelegen, breitet sich am Fufse des Eisstromes der Möriler-See aus, einer der bedeutendsten und schönsten Gletscherseen des Alpengebirges. Früher verursachte derselbe beträchtliche Verwüstungen, wenn sein gestautes Schmelzwasser sich plötzlich durch das Gletscherbett entleerte. Seitdem aber hat die Schweizer Regierung einen Stollen durch den Berg treiben lassen, durch den sich seine Wassermasse nach dem Viescher-Gletscher hin ergiefst. Aber noch jetzt greift der See soweit unter den Gletscher, dafs mächtige Eisblöcke sich loslösen, in ihn hineinstürzen und, auf seiner Oberfläche schwimmend, genau das Bild im kleinen darbieten, welches die schwimmenden Eisberge des nordischen Polarmeeres im grofsen uns vorführen.

Nicht blos um ihrer mächtigen Gröfse und Längenausdehnung willen sind einzelne Gletscher der Alpen berühmt, manche zeichnen sich auch durch besondere Schönheit aus. So das 14 km lange, majestätische Mer de Glace in der Mont-Blanc-Gruppe.

Während das untere Ende des Aletsch, 1600 m hoch in einer wilden Schlucht gelegen, kaum zugänglich erscheint, schiebt das Mer de Glace seine Eisfluthen unmittelbar in das hier 1000 m breite Thal der Arve. Zwischen schroffen Felswänden eingeengt, kann der Gletscher in seinem ganzen unteren Theile nirgends eine gröfsere Breite als 800 m erreichen. Er ergiefst sich unmittelbar in das freundliche, anmuthige Chamouny-Thal, das mit dem üppigsten Grün geschmückt, von der Arve bewässert wird, und in dem hohe Romantik und pittoreske Erhabenheit zu jener bezaubernden Wirkung sich verbunden haben, die dieses Wunderthal zu einem Wallfahrtsorte der Völker des Erdballs erhoben hat.

Auch das Mer de Glace ist wie der Aletsch aus drei Stämmen zusammengesetzt, die sich sehr bald unterhalb ihrer Firnmulden vereinigen. Der Hauptgletscher, welcher auch die gröfste Längenausdehnung bis zu dem höchsten Theile seines Stromgebietes zeigt, führt zu dem Col du Géant, in dessen Nähe sich der König der europäischen Berge, der Mt. Blanc du Tacul, und die Aiguille du Midi erhebt. Ebenfalls von dem südlichen Kamme herab steigt der als Glacier de Leschaux bezeichnete Eisstrom, der seinen Namen von der auf seiner Ostseite gelegenen Aiguille de Leschaux erhielt. Dazu stöfst endlich das Eis eines dritten Gletschers, des Glacier de Talèfre, aus dessen grofsem, von unzugänglichen Felszinnen eingeschlossenem Schneebecken eine Insel hervorragt, auf der sich bei der starken Wärme der von den steilen Felswänden ringsumher reflektirten Sonnenstrahlen im Sommer eine üppige Vegetation entfaltet. Es ist dies der vielbesuchte Jardin, eine liebliche Oase im Eismeer.

Mehr oder weniger sind die topographischen Verhältnisse aller Alpengletscher den geschilderten ähnlich; alle zeigen sie die beiden so verschieden gestalteten Theile des Gletscherstammes und der Firn- und Schnee-Mulde.

Ich will daher von einer weiteren Besprechung einzelner Gletscher absehen und mich wieder allgemeineren Fragen zuwenden.

Sehr viel schwieriger als über die Ausbreitung der Gletscher ist es, über die Mächtigkeit ihrer Eisbedeckung bestimmte Daten zu erhalten. Die beste Methode wäre hier natürlich, Tiefbohrungen anzustellen, aber dieses sehr zeitraubende, verwickelte und kostspielige Verfahren ist noch niemals in hinreichendem Mafsstabe zur Anwendung gekommen. Durch direkte Messungen mit der Sonde in Gletscherspalten konnte Agassiz Tiefen bis zu 260 m feststellen, ohne Boden zu erreichen. Da aber solche Schründe nur selten die ganze Eismasse durchsetzen und namentlich an solchen Stellen hervortreten dürften, wo die Eisbedeckung verhältnismäfsig dünn ist, wird man hieraus keine sicheren Resultate ableiten können. In Ermangelung direkter Erfahrungen läfst sich zur Zeit nur aus der Neigung des Bettes ein Schlufs auf die Gletscherdicke machen, und auf diesem Wege hat man für die gröfsten Eisströme Werthe von 400 bis 500 m erhalten.

Aus solchen Anhaltspunkten läfst sich nun schätzungsweise der Rauminhalt der Gletscher ableiten, und es ist ganz erstaunlich, welch' riesige Massen uns hierbei entgegen treten. Prof. Heim findet unter andern für den Aletsch ungefähr 10800 Millionen cbm, und von dem

weit kleineren Gorner-Gletscher haben die Engländer berechnet, dafs sich aus seinem, in massive Eisklötze zerlegten Materiale drei Städte von der Gröfse Londons erbauen liessen. Das sind aber noch immerhin sehr kleinliche Verhältnisse gegenüber den ungeheuren Treibeismassen, welche die Gletscher Grönlands alljährlich in das Meer hinein schicken.

Besondere Beachtung erheischen die Bewegungsvorgänge der Gletscher, weil sie alle die merkwürdigen Erscheinungen erklären, die uns so fremdartig entgegentreten.

Es sind zwei wesentlich verschiedene Bewegungsformen zu unterscheiden; einmal ein Gleiten oder Rutschen der gesamten Masse auf der geneigten Fläche des Untergrundes, und zweitens ein Fliefsen derselben von Punkt zu Punkt. Beide Bewegungsvorgänge entsprechen durchaus denjenigen einer zähen Flüssigkeit, die, dem Zwange der Schwere folgend, sich thalwärts bewegt.

Um die Art des Fliefsens zu prüfen, hat man zwei Methoden in Anwendung gebracht. Entweder pflanzt man quer über den Gletscher eine gerade Reihe von Pfählen im Eise ein und beobachtet dann vermittelst eines Fernrohres vom Uferrande aus die Verschiebungen derselben, oder man legt quer über den Gletscher eine Kette von Steinen und stellt von Zeit zu Zeit deren Verschiebung und Krümmung fest. Die Ergebnisse der hierauf bezüglichen Untersuchungen lassen sich kurz in die folgenden Sätze zusammenfassen:

Die Verschiebung des Eises erfolgt niemals ruckweise, sondern überall ohne Unterbrechung, falls der Untergrund keine Steilböschungen besitzt.

Die Thalwanderung ist schneller in der Mittellinie als an den Rändern, weil die Gletschermasse hierselbst durch die Reibung der Uferwände verzögert wird. Dementsprechend zeigen quer über den Eisstrom gelegte Steine nach Ablauf einer gewissen Zeit eine in der Mitte thalwärts gekrümmte Linie. Ebenso findet nach der Tiefe zu eine Verzögerung des Fliefsens statt.

Die Schnelligkeit der Bewegung in den einzelnen Theilen richtet sich nach dem Querschnitte und Gefälle des Strombettes. Wo gelegentlich Felsenhörner eine Verengung desselben erzeugen, da wird auch das Eis sich schneller ergiefsen als dort, wo die Thalfurche eine seitliche Ausdehnung der Massen gestattet.

Das absolute Mafs des Fortschreitens wechselt an ein- und demselben Gletscher in verschiedenen Jahren. Je gröfser derselbe ist, desto stärker und gleichmäfsiger ist auch seine Bewegung.

Man sieht also, alle Thatsachen der Beobachtung bestätigen durchaus die Vorstellung, dafs das Gletschereis sich bezüglich des Fliefsens ähnlich wie das Wasser der Ströme verhält. Man darf, um sich von der Trefflichkeit dieses Vergleiches zu überzeugen, freilich nicht an die träge dahingleitenden Ströme der Flachländer denken, sondern an solche Ströme, die in der Nähe ihres Quellgebietes und in frühester Jugend schon gewaltig dahinbrausen, also etwa an die Katarakte des Nils.

Ein Unterschied bei dieser Gegenüberstellung ergiebt sich allerdings bezüglich der Schnelligkeit des Fliefsens, denn das weitaus trägere Eis bewegt sich ungefähr zehnmillionenmal langsamer als das Wasser der Ströme. Die Geschwindigkeit der Bewegung der Alpengletscher entspricht etwa derjenigen der Spitze des kleinen Stundenzeigers unserer Taschenuhren, während bei den Ausläufern des grönländischen Binneneises schon 14 mm in der Minute erreicht werden, was der Bewegung einer ganz kleinen Schnecke gleichkommen dürfte.

Aeufserst interessant ist die Untersuchung der Frage, wie lange wohl ein Eistheilchen gebrauchen würde, um die ganze Gletscherstrecke zu durchmessen. Nun, geht ein solches von der Zusammenflufsstelle des Unteraargletschers aus, so würde es das Ende des noch 8300 m langen Stromes erst nach 130 Jahren erreichen; bei dem Aletsch würde es 170 bis 200 Jahre gebrauchen, und bei dem grofsen Eisriesen des Himalaya dürfen wir dreist die Thalwanderung auf mehrere Jahrhunderte veranschlagen.

Eine Folge des Fliefsens der Gletschermasse ist das Auftreten von inneren Spannungen, welche jene Spalten und Brüche erzeugen, von denen die Firnmulden und Eismeere nach allen Richtungen hin durchzogen sind.

Alle Welt redet mit einer Art Schrecken von diesen Schründen und Abgründen. Man hat indefs wohl mehr Wesens von ihrer Gefährlichkeit gemacht, als nöthig gewesen wäre. Zwar giebt es besondere Umstände, wo sie selbst dem erfahrenen Bergsteiger und Aelpler verderblich werden können, aber im allgemeinen werden ihre Schrecknisse doppelt überwogen durch die wunderbare Schönheit, welche der Anblick ihrer im Wiederscheine der Sonne azur-glänzenden Wände gewährt.

Bald treten die Firnklüfte vereinzelt auf, bald in parallelen Scharen geordnet, dann wiederum sind sie so zahlreich vorhanden, dafs der ganze Eispanzer in ein chaotisches Wirrsal aufgelöst erscheint. Das vorwärts gedrängte Eis ist seiner ganzen Stärke nach in allen

Richtungen gespalten; haushohe Schollen, durch einander geschobene Schichten thürmen sich auf; zahlreiche phantastische Pyramiden und Obelisken gewähren den Anblick eines im vollsten Aufruhr erstarrten Meeres. Das ungetrübte Weifs mit den zart gekrümmten Flächen, die in schneidigen Kanten zusammentreffen, oder, in scharfen Rändern abbrechend, sich in das Dunkel der schattigen Klüfte verlieren, die harmonische Beweglichkeit in den Formen bei scheinbarer Ruhe für das Auge — dies alles kann in seiner Fülle von packenden Einzelheiten kaum durch eine Schilderung in Worten, höchstens durch eine gute Naturaufnahme angedeutet werden. Wer sich ein richtiges Bild von diesen sonderbaren Gestalten und Gruppirungen machen will, mufs eben selbst eine Wanderung in jene entlegenen Höhen wagen, und die Pracht dieser Zauberwelt wird ihn dann reichlich entschädigen für alle Mühen und Gefahren.

Wo die Gletscher eine geringe Neigung haben, können die Schründe meist leicht überschritten oder übersprungen werden. Sind sie zu breit, so finden sich oft natürliche Schneebrücken hinüber, die auf den Gletschern diejenigen Formen wiederholen, welche in der Welt der Felsgestaltungen mitunter auftreten. Ihre Tragkraft läfst sich freilich nicht immer mit Sicherheit beurtheilen. Wahrhaft gefährlich werden die überbrückten Klüfte dann, wenn frisch gefallener Schnee ihre Ränder verhüllt, oder die Gluthhitze der Sonne in vorgerückter Tagesstunde die noch nicht völlig vereisten Schichten erweicht hat. Unter solchen Umständen haben sich hervorragende Gletscherforscher bei ihren Streifzügen in den Hochregionen oft in Lebensgefahr befunden.

Nach Jahrzehnten oft giebt der Gletscher die unheimlichen Reste der Opfer wieder, die auf seinen oberen Theilen durch Sturz in eine Spalte von ihm verschlungen worden sind. Am bekanntesten dürfte die Katastrophe sein, welche sich am Mt. Blanc ereignete. Der russische Akademiker Dr. Hamel mit zwei englischen Gelehrten hatte sich auf den Weg gemacht, um im Dienste der Wissenschaft den König der europäischen Berge zu ersteigen. Unweit vom Gipfel gerieth der auf dem Eise liegende lockere Schnee ins Gleiten; er stürzte als Lawine in die Tiefe, und drei von den Leuten wurden verschüttet. Erst 41 Jahre später kamen am unteren Ende des Glacier du Bosson Theile der Kleider der Verunglückten und der grüne Gletscherschleier, den Dr. Hamel verloren hatte, zum Vorschein und wurden von den noch lebenden Führern wiedererkannt.

So traurig dergleichen Fälle auch sind, so hat doch die Wissen-

schaft daraus Kapital geschlagen. Denn das zufällige Auffinden von Gegenständen, die an genau bekannten Oertlichkeiten zurückgeblieben sind, gewährt ein vorzügliches Mittel, um den Fortschritt des Eises während großer Zeiträume zu bestimmen.

Es ist hier wohl der passende Ort, auf die Sicherheitsmaßnahmen beim Durchwandern eines von Schründen durchzogenen Gletschers hinzuweisen. Das vielerprobte Hülfsmittel des Gletscherwanderers ist das Seil und der mit einer Eispicke versehene Stab. Die Touristen binden sich in möglichst großen Entfernungen aneinander und schreiten dann mit gestrecktem Seile vorwärts, durch Einstoßen des Stabes in den lockern Boden die Tragfähigkeit desselben ermessend. Bricht



Ueberschreitung einer Gletscherspalte.

einer von ihnen ein, so hält ihn das Seil, und bald ist er mit Hülfe seiner Genossen wieder auf festem Boden. Es verlangt dies freilich, daß man das Gehen in der Längsrichtung der Spalten vermeidet, und hierzu ist die Begleitung eines mit der Oertlichkeit vertrauten Führers durchaus unerläßlich.

Oft führt der Weg über so steile Eisabhänge, daß diese nur durch eingeschlagene Stufen im Zickzack und mit Hülfe der Gletscherseile erklettert werden können. Wo kleinere Gletscherspalten entgegentreten, da setzen die Mitglieder der Karavane in kühnem Sprunge hinüber, gleich der leichtfüßigen Gemse, die sich aber in dieses Eislabyrinth trotz der anlockenden Felsen nicht mehr hineinwagt. Zuweilen wird aber jedes weitere Vordringen mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln unmöglich. Denn selbst der Kühnste schrickt zurück vor

den so weit geöffneten Schründen, dafs der Sprung nicht mehr gelingen möge. — Nun wird die Gletscherleiter über den Abgrund gelegt, dessen Tiefe die Nacht verbirgt, und der Muthigste, am Seile gehalten, unternimmt es zuerst, auf den Knieen kriechend, fest die Sprossen der Leiter ergreifend, das nahe Jenseits zu erreichen; ihm folgen die andern. Reicht selbst die Leiter nicht aus, so mufs man die Schründe in geschickter Weise umgehen. Jedenfalls erkennt man, dafs man sich den Zugang zu den vereisten Wiegen der ewigen Ströme Schritt für Schritt erkämpfen mufs, dafs die Natur nicht ohne Mühen und Gefahren für den Bergsteiger die Geheimnisse ihrer Zauberwelt dort droben erschliefst.

Weit regelmäfsiger als in der Firnregion ist die Zerklüftung in dem unteren Theile der Gletscher entwickelt. Wenn man an einem warmen, sonnigen Tage über die jedes Lebens beraubte Eisfläche hinwandelt, wird plötzlich die Todtenstille dieser einsamen Hochregionen, in der kein Tritt widerhallt, in der ein jeder wie durch einen Zauber gebunden, ganz leise spricht, durch ein unheimliches, dumpfkrachendes oder klingendes Getöse unterbrochen, das oft mehrere Minuten, ja stundenlang andauert. Es sind dies die eigenthümlichen Schallphänomene, welche die Spaltenbildung begleiten.

Erschreckt nimmt der Wanderer wahr, dafs der Boden unter seinen Füfsen erzittert, wie von einem schwachen Erdbeben erregt. Anfangs sieht er nur einen einfachen Sprung im Eise, dann aber, bald schnell bald langsam, setzt derselbe sich fort und erweitert sich zu einer klaffenden Spalte, an deren Wänden die schöne grünblaue Farbe des Eises in wundervollster Weise zur Geltung kommt, während aus der beschatteten Tiefe undurchdringliches Schwarz entgegengähnt. Nur selten gehen diese Klüfte durch die ganze Eismasse hindurch, zumeist erreichen sie nur 5 bis 50 m Tiefe, doch sind Fälle vorgekommen, wo man mit einer Senkleine von 260 m Länge den Grund nicht erreichen konnte.

Je nach der Lage und Art ihrer Entstehung unterscheidet man zwischen Rand-, Quer- und Längsspalten. Die ersteren gehen vom Uferrande aus schief gegen die Mitte aufwärts, unter einem Winkel von im Mittel 45°. Sie sind diejenigen Klüfte, welche aus einer fliefsenden Bewegung nothwendig folgen, indem wegen des schnelleren Vorrückens der Mitte gerade am Rande die gröfste Spannung der Eismassen stattfinden mufs.

Die Querspalten sind die mächtigsten. Sie bilden sich durch einen Längszug im Eise, und solcher wird in den obersten Schichten

dort stets fühlbar, wo der Gletscher über ein Knie im Thalbette heruntersteigt. Demnach ist das Auftreten von Querspalten stets an den Uebergang zu einer steileren Böschung gebunden, während umgekehrt Grundspalten dort eintreten, wo der Gletscher vom steileren zum flacheren Gefälle übergeht. Eine Aenderung des Gefälles von $5^1/_2{}^0$ erzeugt unter andern im Mer de Glace eine Querzerklüftung, welche den Eisstrom an dieser Stelle unüberschreitbar macht.

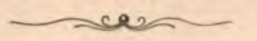
Je stärker der Unterschied des Gefälles ist, je rascher er eintritt, um so mehr häufen sich die Zerreifsungen, und an solchen Stellen, welche ein Strom etwa in einem Wasserfalle übersetzen würde, bilden sich die sogenannten „Gletscherbrüche“ oder „Gletscherkaskaden“ aus einer Häufung zahlreicher Querspalten. Da stürzt denn das Eis, sich in gewaltige Schollen zertrümmernd, mit donnerähnlichem Getöse zur Tiefe; ja es werden in den Schweizer Chroniken Fälle berichtet, wo das ganze untere Ende eines Gletschers sich loslöste und ins Thal hinab rollte. Ein solcher Fall ereignete sich beispielsweise in einem der Seitenthäler des Kanton Wallis im Jahre 1819, und zwar an einer Stelle, welche schon 100 und 200 Jahre früher ähnliche Schrecknisse gesehen hatte. Es liegt daselbst das Dorf Randa, sich lehnend an die steile Wand des Weifshorn, welche 3000 m aufsteigt und an den gefährlichen Stellen ausgedehnte Gletscher beherbergt. Obwohl die Eislawine das Dorf selbst nicht berührt hat, war dennoch der durch sie entstandene Windstofs so mächtig, dafs die Balken der Häuser viertelmeilenweit hoch über die umliegenden Wälder hinwegflogen und gewaltige Eisblöcke noch einmal so weit geschleudert wurden.

Noch verderblicher als die augenblicklichen waren die nachhaltigen Folgen dieses Sturzes. Denn trotz der energischen Vorkehrungen des Ingenieurs Venetz hatte sich aus der Drause durch Aufstauung der Eismassen ein See von 200 Fufs Tiefe, einer halben Meile Länge und der ganzen Breite des Thales gebildet. 800 Millionen Kubikfufs Wasser ergossen sich über fünf Ortschaften, wodurch ganze Häuserreihen in Trümmer sanken.

Wir sehen also, auch die schimmernden Eisriesen haben von Zeit zu Zeit ihre Revolutionen, nicht ohne merkliche Mitleidenschaft ihrer Nachbarn aus dem Menschengeschlechte.

Hier möchte ich vorläufig abbrechen, um in dem folgenden Theile die Phänomene der Abschmelzung sowie die geologische Bedeutsamkeit der Gletscher zu behandeln.

(Schlufs folgt.)





Die Bewohnbarkeit der Welten.

Von Dr. J. Scheiner,
Astronom am Königl. Observatorium zu Potsdam.

„Der Anblick des gestirnten Himmels bei einer heiteren Nacht giebt eine Art des Vergnügens, welches nur edle Seelen empfinden. Bei der allgemeinen Stille der Natur und der Ruhe der Sinne redet das verborgene Erkenntnifsvermögen des unsterblichen Geistes eine unnennbare Sprache und giebt unausgewickelte Begriffe, die sich wohl empfinden, aber nicht beschreiben lassen. Wenn es unter den denkenden Geschöpfen dieses Planeten niederträchtige Wesen giebt, die, ungeachtet aller Reizungen, womit ein so grofser Gegenstand sie anlocken kann, dennoch im stande sind, sich fest an die Dienstbarkeit der Eitelkeit zu heften: wie unglücklich ist diese Kugel, dafs sie so elende Geschöpfe hat erziehen können? Wie glücklich aber ist sie andererseits, da ihr unter den allerannehmungswürdigsten Bedingungen ein Weg eröffnet ist, zu einer Glückseligkeit und Hoheit zu gelangen, welche unendlich weit über die Vorzüge erhaben ist, die die allervortheilhafteste Einrichtung der Natur in allen Weltkörpern erreichen kann?"

Mit diesen Worten beschliefst Kant in seiner Naturgeschichte des Himmels das letzte Kapitel, welches über die Bewohnbarkeit der Planeten handelt. Sie sind jedem denkenden Menschen, dem noch ein Funken von Idealismus innewohnt, aus der Seele gesprochen. Der Anblick des gestirnten Himmels erregt bei allen Menschen, die nicht zu jenen „niederträchtigen" gehören, dieselbe weihevolle, in sich gekehrte Stimmung, die sich jedoch ihrem Gedankengange nach je nach der Bildung des Betreffenden oder je nach seiner momentanen Verfassung in verschiedener Weise äufsert. Auch der Astronom wird noch von ihm ergriffen, trotz seiner beständigen Beschäftigung mit den Gestirnen des Himmels. Der Astronom sieht klarer und weiter in den Himmelsraum hinein als der Laie, ihn führen seine Kenntnisse in schneller Ideenverbindung zu weit ausschauenden Betrachtungen, bis er mit einem Male bei dem Punkte anlangt, wo dem menschlichen

Geiste vorläufig wenigstens noch eine unüberwindliche Schranke entgegentritt, wo ihm ein gebieterisches Halt ins Gedächtnifs zurückruft, dafs unser Wissen nur ein Stückwerk ist. Solche Momente sind geeignet, den Astronomen, der naturgemäfs wie kaum ein anderer Gelehrter zur Selbstüberhebung geneigt ist, zur Selbsterkenntnifs zurückzuführen, sie sind heilsam für ihn. Anders schaut zum Himmel empor der gebildete Laie, anders das weibliche Geschlecht; beiden wird durch den Anblick des gestirnten Himmels der reinste Genufs gewährt, frei von allem Grübeln, allein dem ästhetischen Behagen durch Schönheit und Erhabenheit hingegeben.

Mögen wohl alle diese Gestirne bewohnt sein, sind es denkende Wesen, die dort ihr Dasein geniefsen, regieren auch auf jenen Liebe und Hafs? Das sind die Fragen, die sich vor allem dem Laien aufdrängen; dazu kommt dann weiter, in trost- oder liebebedürftigen Stunden der Wunsch, einmal selbst die Herrlichkeiten der anderen Welten anzuschauen und sich zu ihnen emporschwingen zu können. Es sind besonders die hellen Sterne, an welche sich derartige Wünsche knüpfen, und könnten die letzteren erfüllt werden, so würde gerade auf ihnen, z. B. auf Sirius, Wega, Venus und Jupiter eine zahlreiche Bevölkerung liebender Seelen existiren.

Die Frage nach der Bewohnbarkeit der Himmelskörper ist so alt wie die Erkenntnifs, dafs die Gestirne selbständige Körper sind und in dieser Beziehung die vollständige Gleichberechtigung mit der Erde besitzen; sie hat jeden denkenden Menschen beschäftigt, und manche haben versucht, den Schleier, der über sie gebreitet ist, zu heben. Auch wir wollen der Frage näher treten, nur näher treten, denn zu lösen ist sie nicht und wird sie wohl niemals sein. Eines nur vermögen wir zu geben, das ist die Darlegung unserer jetzigen Kenntnisse über die Eigenschaften der Himmelskörper, welche eine Bewohnbarkeit bedingen, und eine Andeutung über gewisse Schlüsse, die sich aus ihnen ergeben. Wir können die astronomischen Ergebnisse kombiniren mit den neuesten naturwissenschaftlichen Anschauungen, und in dem Mafse, wie beide in den letzten Jahrzehnten vorgeschritten sind, sind die letzten zu ziehenden Schlüsse plausibler als diejenigen früherer Zeiten.

Es ist eine alte Regel, dafs man, bevor man etwas Neues beginnt, einen Rückblick auf Früheres wirft, dafs man sich bei der Besteigung eines Gipfels auf halber Höhe umschaut, um eine gewisse Grundlage für die später zu erwartende Aussicht zu gewinnen. Beim Verfertigen von Büchern oder Aufsätzen nennt man das die Litteratur studiren,

und so wollen wir auch heute von dieser Regel keine Ausnahme machen und wollen den ersten Theil dieses Aufsatzes dem Studium älterer Anschauungen über die Bewohnbarkeit der Welten widmen. Der Raum verbietet uns die vollständige Vorführung alles dessen, was sich auf unser Thema bezieht; wir können nur kurz die hauptsächlichsten und interessantesten Ansichten früherer Zeiten darstellen.

Wir wollen mit Huyghens, dem berühmtesten Mathematiker und Physiker seiner Zeit, beginnen (1629—1695). Huyghens betrachtet es als selbstverständlich, dafs alle Planeten bewohnt seien, — über Sonne und Fixsterne giebt er keine Auskunft — dafs also auf allen die wesentlichsten Lebensbedingungen für uns, Luft und Wasser, vorhanden seien. Die Schwierigkeiten, welche sich dem entgegenstellen, und die von der Entfernung der Planeten von der Sonne bedingt sind, sind leicht zu überwinden. Das Wasser der übrigen Planeten hat z. B. eben andere Eigenschaften als dasjenige der Erde, auf dem Merkur siedet es erst bei sehr viel höheren Temperaturgraden und auf Saturn — dem damaligen äufsersten Planeten — gefriert es bei einer uns unvorstellbar kalten Witterung noch lange nicht. Aus der Gröfse Jupiters zu der unserer Erde ist zu schliefsen, dafs auf dem ersteren die Atmosphäre aufserordentlich dicht sein mufs, so dafs wir etwa in ihr schwimmen könnten, die Jupiterbewohner aber können dies bequem vertragen. Die Wesen auf den Planeten sind in ähnlicher Weise vernünftig wie auch wir, auch ihre Organisation hat Aehnlichkeit mit der unsrigen; denn zu welchem Zwecke sollte auch auf den übrigen Planeten die Sonne scheinen, wenn die Wesen darauf keine Augen hätten? Es wäre zwar denkbar, dafs es vernünftige Wesen verschiedener Art gäbe, aber nicht auf demselben Planeten, denn dann würden sie sich gegenseitig aufreiben, würden um die Herrschaft mit einander kämpfen und sich gegenseitig allen Schaden anthun. Huyghens vergifst hier ganz den naheliegenden Schlufs auf die verschiedenen Völker der Erde, den er aber dafür an anderer Stelle vorbringt, indem er sich alles so vorstellt, wie es auf der Erde zugeht; es giebt Krieg und Frieden, Hafs und Liebe, Handwerker und Künstler, vor allen aber Astronomen. Sehr naiv ist die Widerlegung früher vor Huyghens aufgestellter Ansichten, dafs sich die Gröfse der Planetenbewohner in umgekehrtem Verhältnisse zur Gröfse der Planeten selbst befinde, dafs also auf Jupiter die Menschen nicht gröfser seien wie unsere Mäuse. Dies ist deshalb nicht möglich, weil diese kleinen Geschöpfe als Astronomen nicht mehr im stande sein würden, die grofsen Fernrohre zu regieren!

Grofse Schwierigkeiten bereitet nach Huyghens die Frage, ob

der Verstand der Planetenbewohner von der Entfernung von der Sonne abhängt. Er ist geneigt anzunehmen, dafs die Wesen auf Merkur sehr viel klüger sind als wir wegen der durch die stärkere Sonnenhitze bedingten gröfseren Kraft und Lebhaftigkeit des Geistes, was allerdings mit den Erfahrungen in dieser Beziehung auf der Erde in Widerspruch stehen würde. Noch bedenklicher aber als dieser Widerspruch würde die naturgemäfse Folgerung sein, dafs die Jupiterbewohner dann sehr viel dümmer als wir sein müfsten, was aber nicht wohl anzunehmen ist, da die vier Monde des Jupiter so viel Anlafs zu vorzüglichen astronomischen Studien gewähren.

Wir machen auch hier die Erfahrung, wie wenig ein blofses logisches Denken und Philosophiren nützt, wenn es sich auf unzureichende Prämissen stützt, wir sehen, wie ein bedeutender und scharfdenkender Mann zu geradezu unsinnigen Schlüssen geführt wird, weil er durch Vorurtheil befangen und mit unzureichenden Kenntnissen als Werkzeug ausgerüstet ist. Wir werden noch mehrfach Gelegenheit haben, diese Erfahrung weiter zu bestätigen; und deshalb haben wir bereits in der Einleitung uns davor bewahrt, eine Lösung unserer Frage erreichen zu wollen. Die Folgerungen, die wir heute erhalten, können morgen durch eine durch Beobachtung oder Theorie gewonnene neue Erkenntnifs durchaus umgeworfen werden.

Huyghens ist, abgesehen von seiner definitiven Annahme, dafs alle Planeten bewohnbar seien, insofern richtig weiter gegangen, als er seine Folgerungen wenigstens auf die Kenntnisse stützt, die damals zur Verfügung standen. Völlig diametral dem gegenüber verhält sich der Jesuitenpater Kircher, der seine Ansichten über die Planeten als Vorläufer Jules Vernes in einer fingirten Reise darlegt, die er an der Hand eines Genius zu den verschiedenen Planeten unternimmt.

Er steht auf dem Standpunkte, dafs der Mensch die Hauptsache und dafs alles andere nur zu seinem Zwecke da sei. Die Planeten sind unbewohnt, indem es eben aufser den Menschen kein Vernunftwesen giebt; aber sie üben einen Einflufs auf den Menschen aus, entsprechend den astrologischen Deutungen derselben. Er findet demnach die Planeten bei seinem Besuche so, wie die Astrologie sie in ihren Wirkungen auf den Menschen darstellt, ganz ohne Rücksicht auf die Stellung der Planeten zur Sonne. Auf dem Merkur geht alles sehr lebendig und quecksilbern vor sich, sind doch die unter seinem Zeichen geborenen zu Leichtsinn und Schalkhaftigkeit geneigt. Auf der Venus fand er alles gar lieblich und schön; ein sanftes Rosenlicht war über den ganzen Planeten ausgegossen, Wohlgerüche dufteten rings umher,

Zephyre säuselten in dem Gemurmel der Bäche, und ringsum glänzte alles von Gold und Edelsteinen. Auch der Einfluſs des Jupiter ist wie der der Venus ein guter auf den Menschen, dementsprechend fand er auch auf diesem alles schön. Die Luft war rein und gesund, die Wasser spiegelhell und der Boden selbst wie Silber glänzend. Auf Mars war dagegen alles nach dem rauhen Kriegsleben gestaltet. Alles war fürchterlich und erschreckend, Ströme brennenden Pechs ergossen sich über ihre Ufer und hüllten die Länder in dichten erstickenden Rauch ein. Saturn ist ganz besonders ein Unglücksplanet, er erschien ihm wie ein weites ödes Grab. Die übrigen Wunder des Himmels erschaut Kircher nicht selbst, sondern läſst sie sich von seinem Genius erzählen. Hiernach ist das Firmament ein groſser Ocean, auf dem die Sonne, die Planeten und die Fixsterne wie Fische schwimmen, geleitet von eigenen Genien, die die Bahnen mit einem Stabe im Wasser anzeigen. Das Wasser dieses Oceans aber ist kein gewöhnliches, sondern ein ganz besonderes, so daſs daher mit demselben kein Jude oder Heide getauft werden kann.

Ein Zeitgenosse der beiden vorstehenden Autoren ist der Nestor der französischen Schriftsteller Fontenelle, der von 1657—1757, also genau hundert Jahre, lebte. Er hat recht ausführlich über die Bewohner der Planeten geschrieben und geht auch von der Ansicht wie Huyghens aus, daſs sie alle bewohnt seien, und zwar von Menschen, die sich eben den bestehenden Verhältnissen angepaſst haben. Auf dem Merkur soll es so heiſs sein, daſs die Flüsse nicht Wasser, sondern geschmolzene Metalle, besonders Gold und Silber enthalten, die dortigen Leute werden sich also gar nicht vorstellen können, daſs es Welten giebt wie die Erde, wo Gold und Silber hart sind und als Münze dienen. Auch die Merkurbewohner würden die enorme Hitze nicht aushalten können, wenn nicht der Planet sehr rasch rotirte, so daſs sie nur immer kurze Zeit der Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind; sie sind alle etwas hirnverbrannt, leben aber wie die Kinder und Narren lustig in den Tag hinein und freuen sich auf die kühle Nacht. Littrow bemerkt hierzu, daſs Bode, der Uebersetzer Fontenelles und frühere Direktor der Berliner Sternwarte, allen Ernstes sich über diese Ansicht Fontenelles wundert und äuſsert: „Sonderbar, man findet doch sonst in Berlin bei uns, daſs eine groſse Hitze den Geist eher schläfrig und träge als lebhaft macht.“

Die Bewohner der Venus machen der Liebesgöttin alle Ehre, sie haben kein Interesse für Philosophie und Mathematik, lesen weder Zeitungen noch Bücher und bringen den ganzen Tag mit ihren Liebe-

leien zu, nur die hierauf bezüglichen Künste, als Musiziren, Versemachen, Tanzen etc. üben sie in hervorragender Weise aus, sind aber sehr mäfsig in kulinarischen Dingen; denn sie nähren sich fast allein von der Luft. Ihr Verliebtsein wird nicht dadurch gestört, dafs sie so aufserordentlich häfslich sind, sie sind trotzdem alle Seladons und Sylvandern; sicherlich hat Wieland die Schriften Fontenelles nicht gekannt, er würde sonst wahrscheinlich einen seiner Romane oder Liebesgeschichten auf die Fontenellesche Venus versetzt haben.

In Bezug auf Mars verhält sich Fontenelle etwas eigenthümlich, er sagt einfach, dafs er von dem gar nichts wisse, und dafs es derselbe also auch gar nicht verdient, dafs man sich bei ihm aufhält. Auch vom Jupiter will unser phantasievoller Gelehrter nicht viel wissen. Er giebt zunächst eine Darstellung davon, wie sich vom Jupiter aus die übrige Planetenwelt ansieht, dafs ohne Fernrohre Merkur und Venus wohl gar nicht, die Erde nur als kleines Pünktchen zu sehen ist. Die Gröfse Jupiters macht ihm etwas Schwierigkeiten; denn während wegen der Kleinheit des Merkur die sämtlichen Bewohner sich wohl gegenseitig kennen werden, kennen die Jupiterbewohner wohl kaum den hundertsten Theil ihrer Länder und Völker.

Die Astronomen auf Jupiter haben einen recht schweren Stand; sie haben es zwar einerseits gut, weil sie sich an die vielen Finsternisse, die durch ihre 4 Monde so häufig entstehen, wohl gewöhnt haben werden, so dafs sie keine Furcht vor denselben zu hegen brauchen, aber andererseits die jahrelangen Nächte, welche auf Jupiter herrschen — Jupiter hat bekanntlich die kürzesten im Planetensystem — wohl der praktischen Astronomie sehr förderlich wären, wenn nicht die Kälte dieser Jahreszeit wahrscheinlich so grofs sein würde, dafs sie ihre warme Stube allem anderen vorziehen möchten.

Das Leben auf Saturn ist wegen der grofsen Kälte noch viel ungemüthlicher als auf Jupiter. Die Saturnbewohner auf die Erde versetzt, würden wahrscheinlich in Lappland noch vor Hitze sterben. Wenn das Wasser auf Saturn überhaupt demjenigen auf Erden ähnlich ist, so mufs es unseren polirten Steinen ähneln, der Weingeist würde unseren Diamanten gleichen. Die Bewohner des Saturn können daher nur träge und phlegmatisch sein, sie wissen nicht, wie man fröhlich sein kann und werden wie die Austern auf der Stelle bleiben, wo sie geboren sind.

Solche Ansichten wie sie von Huyghens, Kircher und Fontenelle geäufsert sind, schliefsen den auch in der Biblischen Anschauung prädominirenden Gedanken in sich, dafs der Mensch das Centrum

der Schöpfung sei, dafs, wenn es aufser auf der Erde noch vernünftige Wesen giebt, dieselben nothwendig Menschen sein müssen. Diese Ansichten haben schon früh ihre Bekämpfung gefunden, wie sie heutzutage jeder weitdenkende Mensch bekämpfen mufs. Sehr charakteristisch ist eine Aeufserung eines Humoristen aus dem Haag, den Kant ohne Namensnennung des Autors anführt. Mit eben so herber als derber Satyrik — und nur weil Kant sie rezitirt, wagen wir desgleichen zu thun — bemerkt der betreffende Autor: „Diejenigen Kreaturen, welche die Wälder auf dem Kopfe eines Bettlers bewohnen, hatten schon lange ihren Aufenthalt für eine unermefsliche Kugel und sich selber als das Meisterstück der Schöpfung angesehen, als einer unter ihnen, den der Himmel mit einer freieren Seele begabt hatte, ein kleiner Fontenelle seines Geschlechts, den Kopf eines Edelmanns unvermuthet gewahr ward. Alsbald rief er alle witzigen Köpfe seines Quartiers zusammen und sagte ihnen mit Entzückung: „Wir sind nicht die einzigen belebten Wesen der ganzen Natur: seht hier ein neues Land, hier wohnen mehr Läuse.“ Die Leserinnen mögen das harte Wort verzeihen.

Fontenelle hielt die Sonne für unbewohnt, weil sie ein ganz besonderer Körper sei, von anderen wurde indessen ihre Bewohnbarkeit als möglich hingestellt. So sagt Bode, die Sonne könne darum ein feuerloser Körper sein, weil sie durch ihren schnellen Umschwung ein elektrisches Licht hervorbringt, welches sich durch alle Räume ihres Gebiets fortpflanzt. Auch nach der Herschelschen Sonnentheorie ist eine Bewohnbarkeit der Sonne möglich, da die unterhalb der leuchtenden Schicht befindliche absorbirende Wolkenschicht die intensive Strahlung der ersteren von der eigentlichen Sonnenoberfläche abhält.

Wir müssen uns nun etwas ausführlicher mit einem Manne befassen, der ungefähr über alle Dinge, die es zwischen Himmel und Erde giebt, geschrieben hat, und hierbei natürlich auch über die Bewohner der Himmelskörper. Es ist dies Gruithuisen, ehemaliger Direktor der Sternwarte in München, der in den dreifsiger Jahren dieses Jahrhunderts seine hauptsächlichsten Schriften verfafst hat. Seine Untersuchungen über die Bewohnbarkeit der Planeten sind daher schon zu einer Zeit geschrieben, als recht beträchtliche Kenntnisse über ihre physische Beschaffenheit existirten, als überhaupt durch die Arbeiten Bessels die Blüthezeit der Astronomie begonnen hatte. Man sollte hiernach vermuthen, dafs die Gruithuisenschen Untersuchungen einen wesentlichen Fortschritt gegenüber den früher erreichten bedeuten müfsten, und er selbst giebt dies auch in unbefangener Weise

an. Grofse Bescheidenheit scheint überhaupt nicht die Zierde dieses grofsen Phantasten und Vielschreibers gewesen zu sein; bei Gelegenheit der Besprechung des organischen Lebens auf den Kometen sagt er: „Denn, was man nicht mit den Händen und mittels des Lichtes mit den Augen betasten kann, das betaste ich, mit gütiger Erlaubnifs meiner lieben Leser, mit dem Verstande."

Unter dem etwas dringlichen Titel: „Kann man denn gar nichts Gewisses von den Bewohnern anderer Weltkörper wissen?" giebt Gruithuisen nun seine scharfsinnigen Untersuchungen zum besten. Die Beobachtungen lehren, dafs auf allen Planeten, Kometen und Monden Wasser existirt, sie zeigen alle Nebel und Wolken und dunkle Stellen, die nur durch Meere erklärt werden können. Auch die Ringgebirge des Mondes beweisen das Vorhandensein von Wasser, da sie nichts anderes sind, als die abgestreiften Rindenringe versunkener Weltkörper, die auf den Mond gestürzt sind. Auch alle Naturgesetze der Physik und Chemie gelten auf den anderen Himmelskörpern, so dafs z. B. für jeden Planeten die Dichtigkeit seiner Atmosphäre nach dem Mariotteschen Gesetze berechnet werden kann. Alle diese Umstände beweisen, dafs alle Planeten bewohnt sein werden. Nur die Sonne ist unbewohnt; „aus dem eigentlichen Sonnenkörper steigen Gase, vornehmlich Wasserstoff, vermischt mit dem Dampfe der Metalle und Metalloïde, und in diesen Gasen wird ein stetiger ungeheuerer Brand erhalten durch die auf die Sonne herabstürzenden Meteore, deren Anzahl pro Sekunde Gruithuisen auf 4892 Billionen angiebt. Welches Thier oder welche Pflanze könnte da leben, wenn in der Tiefe des Kerns der Sonne unaufhörlich eine alles zerwühlende Gährung vorgeht, von welcher lauter heifse unathembare Gasarten aufsteigen, und wenn von oben herab unaufhörlich so viele Meteormassen geschüttet werden, dafs auf eine Quadratmeile in jeder Sekunde 414060 solcher Massen zu fallen pflegen?

Will auch jetzt noch unter den erwähnten Umständen jemand die Bewohnbarkeit der Sonne behaupten, so habe ich gar nichts dagegen, und wende ich mich nun zu ihrem nächsten Planeten, dem Merkur."

Die Luft auf dem Merkur ist so verdünnt, wie auf unseren höchsten Bergen, doch würden es Menschen noch soeben darin aushalten können; aber das Besteigen hoher Berge wird daselbst zur vollen Unmöglichkeit. — Wir können es uns nicht versagen, hier auf die Leichtfertigkeit der Gruithuisenschen Schlüsse hinzuweisen, der aus der Masse der Planeten ohne weiteres die Atmosphärendichtigkeit ableitet; sein Schlufs ist etwa zu vergleichen mit demjenigen, dafs ein

Mensch, der etwa 200 Pfund wiegt, doppelt so klug sein mufs, wie ein solcher von 100 Pfund. —

Es wird nun nachgewiesen, dafs trotz der verdünnten Luft innerhalb der heifsen Zone des Merkur doch eine solche Hitze herrscht, mindestens 55° R. im Schatten, dafs Wesen, „die das Kontentum unserer Blutwürste in den Adern haben" — es handelt sich um Eiweifs, — unmöglich dort leben können. Es beginnt daher die Bewohnbarkeit des Merkur erst bei der gemäfsigten Zone, und wenn die Temperatur im Durchschnitt auch immerhin noch derjenigen unserer heifsen Zone gleichkommt, so wird durch die vorhandenen hohen Gebirge doch ein ganz gemüthlicher Aufenthaltsort geschaffen. Auf ihnen erst sind Quellen, Flüsse und Meere möglich, und die Temperatur beginnt um so angenehmer zu werden, je mehr man sich den Polen nähert. Die heifse Aequatorialzone auf dem Merkur ist nun nicht blos unbewohnbar, sondern auch unpassirbar, so dafs ein Verkehr zwischen den Bewohnern der beiden Halbkugeln vollständig unmöglich ist, es sei denn, dafs sie sich durch Luftballons in grofser Höhe zu erhalten vermögen und auf diese Weise der brennenden Hitze entgehen. Helle Flecken, die Gruithuisen in der Gegend des Merkuräquators gesehen hat, sind als grofse Brände zu deuten. Früher war Merkur der Sonne lange nicht so nahe als jetzt (!) und mufs deshalb einen luxuriösen Waldwuchs besessen haben; hieraus haben sich Kohlenflötze und Naphthaquellen gebildet, die nun jetzt unter der grofsen Hitze in Brand gerathen.

Infolge der viel dünneren Luft mufs sich die Vegetation mehr derjenigen unserer Alpenwelt nähern, infolge der hohen Temperatur aber wieder mehr derjenigen der Tropengegenden, und deshalb werden sich in Wirklichkeit wohl nur wenige unserer irdischen Gattungen auf Merkur finden. Es betrifft dies auch die Thiere und Menschen auf Merkur; der Mensch mufs, wie man sich den Namensgott des Merkur dachte, eine gewölbte weite Brust und gewandte Glieder haben, denn dort ist die Wirkung der Schwere beinahe $2\frac{1}{2}$ mal geringer als bei uns; er kann sich unter so unendlich vielerlei äufserlichen Umständen körperlich und intellektuell eine hohe Ausbildung gegeben haben, so dafs er vielleicht vom Weltall, von der Natur seines Wohnorts und von sich selbst ungleich mehr Kenntnisse hat, als irgend ein Bewohner eines anderen Planeten, besonders auch weil man in unserem Sonnensystem den Merkur als den ältesten (!) und ausgebildetsten unter seines Gleichen anzusehen hat.

Die Venus ist zwar unserer Erde schon ziemlich ähnlich, doch lohnt es noch sehr, besondere Beobachtungen über ihre Bewohnbar-

keit anzustellen. Sie ist mit einem dichten Wolkenschleier umgeben, der sich häufiger nur an den Polen auflöst, während er am Aequator ganz ständig vorherrscht. Durch diese Wolkenhülle sind die Venusbewohner viel besser vor den Sonnenstrahlen geschützt als wir selbst, aber dafür ist ihnen auch nicht vergönnt, in ihren Villen oder Hauptstädten Sternwarten anzulegen, da dieselben nur in der Nähe der Pole existiren können. „Da nun die Venus keinen Mond und daher auch keine Nutation hat, so zweifle ich gar nicht, dafs den Venusastronomen schon längst ein Gedanke in den Sinn gekommen ist, der mir soeben einfällt. Auf der Venus können eigentlich nur 2 Hauptsternwarten existiren, welche zusammen eine, aber höchst vollkommene ausmachen. Nämlich an jedem Venuspol steht (statt dafs wir uns der Aequatoriale bedienen müssen) ein sehr grofses Universalinstrument, von einem Venus-Reichenbach verfertigt, mit welchem unaufhörlich beobachtet wird, wenn nicht auch die Pole mit Wolken bedeckt sind. Sie haben mit einander den ganzen Himmel vor sich, dessen Gestirne sich ganz allein im Azimuth um sie herum bewegen, und deren Refraktion wegen der zur Winters- und Sommerszeit dann sehr konstanten Temperatur so geregelt ist, dafs sie nur wenig von der mittleren abweichen kann. Zu allen diesen Vortheilen kommt auch noch, dafs die Venuspolarastronomen lauter Zirkumpolarsterne haben, denn gerade die sind es, welche in der Astronomie von jeher so aufserordentlich beliebt waren."

Es werden nun allerhand Einwürfe hiergegen mit Eleganz zurückgewiesen, besonders wird gezeigt, dafs die Kälte unter den Venuspolen nicht unter 20 Grad sinken kann, wobei sich zur Noth noch beobachten läfst. Sollte es übrigens nicht möglich sein, die beiden oben erwähnten Instrumente ganz genau auf die Pole zu setzen, so läfst sich diesem Fehler durch die Fufsschrauben des Instruments nachhelfen, und der ganze Nachtheil fällt dann auf einen nicht vollkommen genauen Horizont, der es ohnehin in dem Falle nicht ist, wenn er nicht um und um vom Meer begrenzt wird. — Gruithuisen entpuppt sich hier als ein etwas bedenklicher Astronom. —

Wir kommen nun zu einem der Glanzpunkte der Gruithuisenschen Erklärungen. Schon ihm war die heute noch nicht mit Sicherheit aufgeklärte Erscheinung bekannt, dafs bei starken Venusphasen auch die „dunkle" Seite der Venus zuweilen in einem matten Lichte leuchtet. Die einfachste Erklärung hierfür ist diejenige, dafs eben zu solchen Zeiten, wenn das „aschgraue Licht" der Venus sichtbar ist, die Venusbewohner allgemeine Feuerfeste feiern, die um so leichter

anstellbar sind, als auf der Venus der Baumwuchs ungleich luxuriöser sich zeigen mufs, als in den Urwäldern Brasiliens. Solche Feuerfeste mögen bei Regierungsveränderungen oder religiösen Perioden gefeiert werden. Nun ist das aschgraue Licht der Venus hauptsächlich beobachtet worden von Mayer 1759 und von Harding 1806. Daher die folgenden Schlüsse: „Von der Mayerschen bis zur Hardingschen Epoche sind 76 Venusjahre oder 47 Erdenjahre. Ist die Periode eine religiöse, so sehen wir freilich die Ursache dieser Zahl von Venusjahren nicht ein, hat es aber ein anderer Alexander oder Napoleon dort zur Universalherrschaft gebracht, so läfst sich leichter etwas wahrscheinlich machen. Nimmt man nämlich die Lebensdauer eines ordentlich lebenden Venusbewohners zu 130 Venusjahren an, welches 80 Erdenjahren entspricht, so kann die Regierungsdauer so eines Alleinherrschers leicht 76 Venusjahre betragen. Ich bin keineswegs gesinnt, diese Meinung geltend zu machen, und will auch mit gar keinem Anspruch auf Glaubhaftigkeit auftreten, wenn diese Idee in der Phantasie des Lesers ein Wohlbehagen erregen sollte, indem wir wenigstens durch so einen Akt von der Existenz der Venusbewohner sichere und unmittelbare Kunde erhalten hätten, wenn die obige Voraussetzung Wahrheit wäre. Würde die Periode auch kleiner ausfallen, so könnte dieses Phänomen doch sonst noch von irgend einer Observanz kommen, ja man könnte alle höchsten Feste mit so einer Illumination feiern, welche oft schnell auf einander folgen. Dabei würde ein Zweck erfüllt, nämlich der der Ausrottung der Wälder, zur Urbarmachung neuer Gründe, wenn sich die Völker vergröfsern. Hierdurch könnten die Völkerwanderungen und die damit verbundenen Kriege vermieden werden, und die Stämme blieben beisammen."

Wir glauben, dafs die etwas ausführliche Wiedergabe der Gruithuisenschen Ansichten über Merkur und Venus genügen werde, um den Geist, der in ihnen wohnt, klar zu legen, und wir wollen nur noch hinzufügen, dafs nach Gruithuisen auch der Mond bewohnt ist — und zwar bauen die dortigen Menschen Häuser mit Glasdächern — dafs auf den Kometenkernen Meere und Länder zu erkennen sind, von denen die letzteren von Menschen bewohnt sind, und dafs die lebenden Wesen von den Kometen auf die anderen Weltkörper übertragen werden.

Bevor wir aber diesen Theil unseres Aufsatzes schliefsen, müssen wir noch die Ansichten Kants über unseren Vorwurf kennen lernen. Der Zeitfolge nach hätten wir dieselben vor Gruithuisen bringen müssen, wir wollten aber nicht gerne mit einer Disharmonie schliefsen,

vielmehr haben wir die Kantschen Gedanken bis zum Schlusse aufgespart, da bei aller Unrichtigkeit der Endresultate die Logik der Gedankenfolge wohlthuend gegenüber den bisher besprochenen Phantastereien wirkt. Dafs die Kantschen Resultate im Sinne der naturwissenschaftlichen Forschung unhaltbar sind, darf bei dem Mangel an reellen Kenntnissen nicht verwundern, aber gerade ihre Darlegung ist geeignet, wie kaum eine andere Schrift Kants, den wahrhaft kindlich frommen Geist dieses Mannes bei aller scharfen Verstandesthätigkeit zu offenbaren.

Nach Kant besteht der Hauptzweck der Natur darin, zur Betrachtung durch vernünftige Wesen zu dienen, und daher ist es selbstverständlich, dafs es in der Natur möglichst viele vernünftige Geschöpfe giebt. Es ist deshalb nicht gerade nothwendig, zu behaupten, dafs alle Planeten bewohnt sein müssen, obgleich es aus dem angeführten Grunde eine Ungereimtheit wäre, dieses in Anschauung aller oder der meisten zu leugnen. Bei dem Reichthum der Natur, da Welten und Weltsysteme zum Ganzen der Schöpfung nur als Stäubchen gelten können, kann es ebensowohl öde und unbewohnte Planeten geben, als es auch auf der Erde selbst sandige und unbewohnte Wüsteneien giebt. Bei der langen Zeitdauer der Entwickelung eines Planeten ist es auch leicht denkbar, dafs sie nicht alle gleichzeitig bewohnt sind, wobei man aber die Hoffnung hegen darf, dafs diese es dereinst sein werden, sobald die Periode ihrer Bildung vollendet ist. In dieser Lage scheint sich augenblicklich noch Jupiter zu befinden, und vielleicht ist auch unsere Erde tausend oder mehr Jahre vorhanden gewesen, ohne sich in der Verfassung befunden zu haben, Menschen, Thiere und Gewächse unterhalten zu können. Dafs ein Planet einige tausend Jahre später zu seiner Vollendung gelangt, thut dem Zwecke seines Daseins keinen Abbruch; er wird dafür um so länger in diesem Zustande bleiben, nach dem Naturgesetze, dafs alles, was einen Anfang hat, sich beständig seinem Untergange nähere und demselben um so näher ist, je mehr es sich von dem Punkte seines Anfangs entfernt hat.

Die Entfernungen der Planeten von der Sonne führen gewisse Verhältnisse mit sich, welche einen wesentlichen Einflufs auf die verschiedenen Eigenschaften der denkenden Naturen nach sich ziehen, die auf denselben befindlich sind, da deren Art zu wirken und zu leiden an die Beschaffenheit der Materie, daran sie geknüpft sind, gebunden ist, und von dem Mafse der Eindrücke abhängt, die die Welt nach den Eigenschaften der Beziehung ihres Wohnplatzes zu dem Mittelpunkte der Attraktion und der Wärme in ihnen erweckt.

Der Mensch, welcher unter allen vernünftigen Wesen dasjenige ist, welches wir am deutlichsten kennen, mufs bei der Vergleichung der einzelnen Planeten zum Grund- und zum allgemeinen Beziehungspunkte dienen. „Wir wollen ihn allhier nicht nach seinen moralischen Eigenschaften, auch nicht nach der physischen Einrichtung seines Baues betrachten, wir wollen nur untersuchen, was das Vermögen, vernünftig zu denken, und die Bewegung seines Leibes, die diesem gehorcht, durch die dem Abstande von der Sonne proportionirte Beschaffenheit der Materie, an die er geknüpft ist, für Einschränkungen leide."

Kant erläutert nun zuerst, woher es überhaupt kommt, dafs der Mensch das vollkommenste Geschöpf auf Erden, doch unter allen Geschöpfen am wenigsten den Zweck seines Daseins erreicht, indem er seine vorzüglichen Fähigkeiten zu solchen Absichten verbraucht, die die übrigen Kreaturen mit weit minderen und doch weit sicherer und anständiger erreichen. Die Ursache dieser tiefen Erniedrigung der menschlichen Natur liegt aber in der Grobheit der Materie, darin sein geistiger Theil versenkt ist, in der Unbiegsamkeit der Fasern und der Trägheit und Unbeweglichkeit der Säfte, welche dessen Regungen gehorchen sollen. Die Nerven und Flüssigkeiten seines Gehirns liefern ihm nur grobe und undeutliche Begriffe, und weil er den Reizungen der sinnlichen Empfindung in dem Inwendigen seines Denkungsvermögens nicht genugsam kräftige Vorstellung zum Gleichgewichte entgegenstellen kann, so wird er von seinen Leidenschaften hingerissen, von dem Getümmel der Elemente, die seine Maschine unterhalten, übertäubt und gestört.

Nun besteht aber zwischen der Trägheit der Materie und dem Feuer die Beziehung, dafs sie immer mehr abnimmt, je höher die Temperatur ist, und dieser Umstand ist das Verbindungsglied, welches erlaubt, von dem Abstande von der Sonne auf die Gebundenheit des Geistes durch die Materie zu schliefsen und zwar in der folgenden Weise. Der Bildungsstoff, welcher für die Bewohner der Erde pafst, pafst nicht mehr für diejenigen der Venus, weil bei der gröfseren Wärme daselbst eine Zerstreuung und Austrocknung stattfinden müfste, die die gröfsten Störungen hervorrufen würden. Umgekehrtes mufs bei der Versetzung auf einen kühleren Planeten stattfinden, und so ergiebt sich der Satz, dafs der Stoff, aus welchem die Einwohner verschiedener Planeten, ja sogar die Thiere und Gewächse auf denselben bestehen, um so leichterer und feinerer Art sein mufs, und dafs die Elastizität der Fasern, samt der vortheilhaften Anlage ihres Baues, um desto vollkommener sein mufs nach dem Mafse, wie die Planeten

weiter von der Sonne abstehen. Hieraus erfolgt weiter „mit mehr als wahrscheinlicher Vermuthung", dafs „die Trefflichkeit der denkenden Naturen, die Hurtigkeit in ihren Vorstellungen, die Deutlichkeit und Lebhaftigkeit der Begriffe, die sie durch äufserlichen Eindruck bekommen, samt dem Vermögen, sie zusammenzusetzen, endlich auch die Behendigkeit in der wirklichen Ausübung, kurz der ganze Umfang ihrer Vollkommenheit unter einer gewissen Regel stehen, nach welcher dieselben nach den Verhältnissen des Abstandes ihrer Wohnplätze von der Sonne immer trefflicher und vollkommener werden."

Dieser Satz, von dem Kant sagt, dafs derselbe einen Grad von Glaubwürdigkeit besitze, der nicht weit von einer ausgemachten Gewifsheit entfernt sei, bildet den Kernpunkt seiner Untersuchungen, die nun zu weiteren detaillirten Folgerungen Veranlassung geben. Eine wunderbare Bestätigung dieses Satzes erblickt Kant in dem Umstande, dafs infolge der raschen Rotation die Abwechselung von Tag und Nacht auf Jupiter und Saturn gerade passend von der Natur eingerichtet sind. „Was würden wir bei unserer jetzigen Zeiteintheilung mit der 5-stündigen Tagesdauer auf Jupiter anfangen können? Die Jupiterbewohner sind aber in allen ihren geistigen und körperlichen Verrichtungen uns gegenüber so fix, dafs sie wahrscheinlich in dem 5-stündigen Jupitertage mehr zu Wege bringen, als wir in unserem 12-stündigen. Es stimmt überhaupt alles überein, das angeführte Gesetz zu bestätigen. Die Natur hat ihren Vorrath augenscheinlich auf die entlegensten Seiten der Welt am reichlichsten ausgebreitet. Die Monde, die dem geschäftigen Wesen dieser glückseligen Gegenden durch eine hinlängliche Ersetzung die Entziehung des Tageslichtes vergüten, sind in gröfsesten Mengen daselbst angebracht, und die Natur scheint sorgfältig gewesen zu sein, ihrer Wirksamkeit alle Beihülfe zu leisten, damit ihnen fast keine Zeit hinderlich sei, solche anzuwenden. Jupiter hat in Ansehung der Monde einen augenscheinlichen Vorzug vor allen anderen Planeten und Saturn wiederum vor ihm, dessen Anstalten von dem schönen und nützlichen Ringe, der ihn umgiebt, noch gröfsere Vorzüge von seiner Beschaffenheit wahrscheinlich machen; dahingegen die unteren Planeten, bei denen dieser Vorrath unnützlich würde verschwendet sein, deren Klasse weit näher an die Unvernunft grenzt, solcher Vortheile entweder gar nicht oder doch sehr wenig theilhaftig geworden sind."

Wir nähern uns nun dem Schlusse der Kantschen Untersuchungen, die einen tiefen Einblick in das edle Gemüth des grofsen Denkers gestatten. „Wir haben die bisherigen Muthmafsungen treulich

an dem Leitfaden der physischen Verhältnisse fortgeführt, welcher sie auf dem Pfade einer vernünftigen Glaubwürdigkeit erhalten hat. Wir wollen uns noch eine Ausschweifung aus diesem Geleise in das Gebiet der Phantasie erlauben. Wer zeigt uns die Grenzen, wo die gegründete Wahrscheinlichkeit aufhört, und die willkürlichen Erdichtungen anheben? Wer ist so kühn, eine Beantwortung der Frage zu wagen: ob die Sünde ihre Herrschaft auch in den anderen Kugeln des Weltraums ausübe, oder ob die Tugend allein ihr Regiment daselbst aufgeschlagen?

> Die Sterne sind vielleicht ein Sitz verklärter Geister,
> Wie hier das Laster herrscht, ist dort die Tugend Meister.
>
> v. Haller.

Gehört nicht ein gewisser Mittelstand zwischen der Weisheit und Unvernunft zu der unglücklichen Fähigkeit, sündigen zu können? Wer weifs, sind also die Bewohner jener entfernten Weltkörper nicht zu erhaben und zu weise, um sich zu der Thorheit, die in der Sünde steckt, herabzulassen, diejenigen aber, die in den untern Planeten wohnen, zu fest an die Materie geheftet und mit gar zu geringen Fähigkeiten des Geistes versehen, um die Verantwortung ihrer Handlungen vor den Richterstuhl der Gerechtigkeit tragen zu dürfen? Auf diese Weise wäre die Erde und vielleicht der Mars (damit der elende Trost uns ja nicht genommen werde, Gefährten des Unglücks zu haben) allein in der gefährliche Mittelstrafse, wo die Versuchungen der sinnlichen Reizungen gegen die Oberherrschaft des Geistes ein starkes Vermögen zur Verleitung haben, dieser aber dennoch diejenige Fähigkeit nicht verbürgen kann, wodurch er im stande ist, ihnen Widerstand zu leisten.“ . . . .

Man sieht, wenn Kant seiner Phantasie die Zügel schiefsen läfst, so geht sie nicht ins Ungemessene und Abenteuerliche, sondern sie bleibt stets ein Ausflufs seines tief-innigen Gemüthes.

Wir glauben nun, dafs es hiermit genug der Proben sind, von dem, was früher über unser Thema gedacht und phantasirt worden ist; wir wollen die neuere Litteratur über diesen Gegenstand nicht weiter berühren, sondern wir wollen uns nun einmal selbst auf die Suche begeben.

Zu diesem Zweck werden wir der Frage näher zu treten versuchen, ob überhaupt eine Berechtigung für uns vorliegt, anzunehmen, dafs es aufser der Erde noch bewohnte Weltkörper giebt, dann wollen wir weiterhin die Dehnbarkeit des Begriffs „lebende Wesen“ näher betrachten, und hierbei auch das immerhin wenige, was wir über andere Himmelskörper wissen, berühren.

(Schlufs folgt.)





Melchior Neumayr.

Am 29. Januar dieses Jahres wurde Melchior Neumayr, Professor der Paläontologie und Geologie an der Wiener Universität, in der Blüthe des Mannesalters vom Tode ereilt. Durch das Ableben dieses Mannes hat nicht nur die Wissenschaft einen herben Verlust erlitten, auch weit über die Fachkreise hinaus wird sein Heimgang tief betrauert und schmerzlich empfunden von allen, die aus dem vortrefflichen Werke der „Erdgeschichte" Aufklärung und Belehrung auf dem Gebiete geologischen Wissens geschöpft haben. Wir erachten es daher als eine Pflicht, sein Lebensbild unsern Lesern in kurzen Zügen vorzuführen.

Melchior Neumayr wurde am 24. Oktober 1845 als Sohn des bayrischen Ministerialrathes, späteren Staatsministers Max von Neumayr in München geboren. In Stuttgart, wo sich sein Vater als Gesandter aufhielt, absolvirte er seine Gymnasialstudien und bezog 1863 die Universität seiner Geburtsstadt, um einer Familientradition gemäfs sich dem Studium der Rechtswissenschaften zu widmen. Allein Neigung des Herzens und ein bereits frühzeitig im elterlichen Hause geweckter Sinn für die Naturwissenschaften trieb ihn schon in den ersten Semestern in die Vorlesungen Oppels, durch welche er in das Gebiet der Geologie und Paläontologie eingeführt wurde. Das juristische Studium wurde mit Einwilligung des Vaters aufgegeben, desto eifriger dagegen besuchte Neumayr die Vorlesungen bei Gümbel, Jolly, Liebig und Bunsen, namentlich aber widmete er sich seinem Lieblingsstudium der Geologie unter der trefflichen Anleitung Beneckes in Heidelberg. In München, wo er im siebenten Semester promovirte, trat er mit Zittel und mit Waagen in Beziehung und wurde von letzterem in die Darwinsche Theorie der Artenentstehung eingeführt, die für seinen ganzen weiteren Ideenkreis mafsgebend war. Wir sehen darauf den jungen Gelehrten vielfach auf Reisen im Auftrage der k. k. geologischen Reichsanstalt zu Wien mit praktischen Studien beschäftigt. 1870 liefs er sich als Privatdozent

für Paläontologie in Heidelberg nieder, doch war sein Verweilen daselbst nur von kurzer Dauer. Denn schon nach drei Jahren wurde er als aufserordentlicher Professor nach Wien berufen. Im Jahre 1879 erhielt er eine ordentliche Professur an der dortigen Universität, und gleichzeitig erfolgte seine Ernennung zum korrespondirenden Mitgliede der k. k. Akademie. In demselben Jahre vermählte er sich mit einer Tochter seines Kollegen, des berühmten Geologen Eduard Suefs.

Es ist hier nicht der Ort, um von den Leistungen Neumayrs auf paläontologischem Gebiete eingehend zu berichten. Dieser Wissenszweig verdankt ihm eine überaus stattliche Zahl bedeutender Arbeiten, zu denen er Stoff und Anregung auf seinen vielen Reisen in Schwaben und Franken, in den Karpathen und dem Orient gesammelt hat. Er war unter andern ein ausgezeichneter Kenner der Juraformation und deren Faunen, worüber er eine umfassende Schrift, die „Jurastudien", veröffentlicht hat.

Von der Thätigkeit Neumayrs auf paläontologischem Gebiete dürfte nur weniges in weitere Kreise gedrungen sein, weil sie nicht aus dem wissenschaftlichen Gewande heraustrat; dagegen werden ihn viele unserer Leser als den Verfasser der „Erdgeschichte" kennen, die im Jahre 1886—87 im Verlage des bibliographischen Instituts zu Leipzig erschienen ist und eine Art Fortsetzung des Brehmschen Thierlebens bilden sollte. Fast ist es überflüssig, auf die Bedeutung dieses Meisterwerkes näher einzugehen, hat es doch überall eine verständnifsvolle Aufnahme gefunden und seinen Zweck vollkommen erfüllt, alle sicher gestellten Forschungsergebnisse der Geologie, mit streng wissenschaftlicher Gründlichkeit verbunden, weitesten Kreisen zugänglich zu machen. Dabei ist dieses Werk dem Fachmanne ebenso ein Kleinod wie dem Gebildeten, es ist in Wahrheit ein Denkmal, welches für alle Zeiten den Namen des volksthümlichen Mannes adelt, der, auf der Höhe seiner Wissenschaft stehend, sich der Aufgabe einer edlen Popularisirung derselben nicht entzog.

Die rastlose Thätigkeit, welche Neumayr bei Bearbeitung der Erdgeschichte entfaltete, hatte bereits seinen Körper äufserst angestrengt und eine Erholung wünschenswerth gemacht. Allein kaum war die Arbeit beendigt, da durchwogte abermals eine Fülle neuer Pläne und Ideen seinen nimmer ermüdenden Geist und drängte ihn ohne Rücksicht auf die Gesundheit zur schleunigen Vollendung des nicht minder grofsartig angelegten Werkes „die Stämme der Thierwelt." Es ist dies wiederum eine ganz eigenartige Schöpfung, eine Bereicherung der Paläontologie mit weittragenden Gesichtspunkten, wie dies vorher noch niemals ver-

sucht worden ist. Bisher hatte man sich in der Paläontologie mit der Beschreibung der Versteinerungen begnügt, diese galten höchstens als Leitfossilien zur Erkenntnifs der verschiedenen Epochen im Erdenleben, ähnlich wie die Münzen, welche die Völker der Erde als redende Zeugen ihrer Geschichte zurückgelassen haben. Neumayr fafste die Aufgabe höher. Er suchte aus der Verbreitung der Fossilien einen Einblick zu gewinnen in den Zusammenhang früherer Länder und Meere, also gewissermafsen die Geographie vergangener Erdepochen aufzudecken, vor allem aber suchte er aus der Aufeinanderfolge der Versteinerungen auf die allmähliche Umwandlung der Lebewesen im Sinne der Darwinschen Descendenzlehre zurückzuschliefsen und für diese Lehre neue Belege zu gewinnen. In beiden Richtungen zeigte er sich als erfolgreicher Forscher, dem es gelang, zahlreiche Verwandtschaften und überraschende Beziehungen zwischen den Lebensformen der Urwelt aufzudecken.

Es war Neumayr nicht mehr vergönnt, die letzte Hand an den Abschlufs seines grofsen Werkes „die Stämme des Thierreichs" zu legen; nur der erste Band ist im vorigen Jahre erschienen, der zweite ist unvollendet geblieben. Als Opfer seiner rastlosen Thätigkeit litt Neumayr an einem Herzleiden, das schliefslich in Erkrankung der Lunge und Pleura ausartete und den Tod herbeiführte. Mit ihm ist ein Mann geschieden, den die Wissenschaft zu ihren Zierden zählt, und dessen Geistesvermächtnifs zweifellos von nachhaltiger Wirkung auf die Entwicklung der Geologie sein wird. Schw.



Stehende Lichtwellen und die Photographie in natürlichen Farben.

Mit Recht erwartet man von einer wissenschaftlichen Theorie, dafs sie nicht allein die bekannten Thatsachen unter einen einfachen gemeinsamen Gesichtspunkt bringe, sondern auch die Auffindung neuer Erscheinungen ermögliche. Diese letzteren werden dann, abgesehen von dem Werthe, welchen ihre Kenntnifs für sich und ihr Zusammenhang mit anderen wissenschaftlichen Problemen haben, dadurch bedeutungsvoll, dafs sie einmal eine willkommene Bestätigung, zweitens aber auch in vielen Fällen eine Ergänzung und Vertiefung der zu Grunde gelegten Anschauung bieten. Als ein typisches Beispiel kann in dieser Beziehung die Wellentheorie des Lichtes gelten, welche in der neuesten Zeit durch den Nachweis stehender Lichtwellen wiederum eine interessante Bereicherung erfahren hat. Die Bedeutung dieses

Problems, sein Zusammenhang mit scheinbar fern liegenden wichtigen Fragen und endlich seine Lösung soll hier kurz besprochen werden.

Was man sich unter stehenden Lichtwellen zu denken hat, macht man sich am besten klar an den wellenartigen Bewegungen, in welche man ein Seil versetzen kann. Denken wir uns ein solches horizontal ausgespannt, und schlagen wir mit der Hand auf das eine Ende, so pflanzt sich die Bewegung bis zu dem anderen Ende fort und wird dort reflectirt. Führen wir nun im richtigen Augenblicke einen zweiten Schlag aus, so pflanzt sich eine zweite Welle fort, welche der zurückkehrenden ersten begegnet. Man kann auf diese Weise durch das Entgegenwirken (Interferenz) der zurückkehrenden und immer neuer Wellen bewirken, dafs das Seil entweder als Ganzes oder in zwei oder mehreren Theilen stehende Schwingungen ausführt, nämlich Bewegungen von der Art, dafs gewisse Punkte, die sogenannten Schwingungsknoten, fortwährend in Ruhe bleiben, während andere, die Schwingungsbäuche, sehr lebhaft auf- und abwärts schwingen.

Einen ähnlichen Vorgang hat man an den Luftwellen, welche den Schall erzeugen, längst wahrgenommen. Die Wellenbewegungen in dem welterfüllenden Aether, durch welche wir die Erscheinungen der Wärme und des Lichtes zu erklären suchen, haben aber mit den Seilwellen noch eine viel gröfsere Aehnlichkeit als die Schallwellen, insofern als bei ihnen die Schwingungen transversal, d. h. quer zu der Fortpflanzungsrichtung sind. Allerdings sind die Lichtwellen sehr klein, sie haben je nach der Farbe des Lichtes eine Länge von etwa 4 bis 7 Zehntausendsteln eines Millimeters. Doch ist selbstverständlich diese Gröfse ganz ohne Belang und man darf mit Recht in der Nähe einer spiegelnden Fläche stehende Lichtwellen, das Ergebnifs einer Interferenz zwischen den auffallenden und den zurückgeworfenen Strahlen, erwarten. Diese Vermuthung ist denn auch bereits vor mehr als zwanzig Jahren ausgesprochen worden, und zwar von dem Berliner Naturforscher Dr. Zenker, welcher sich bemühte, durch stehende Lichtwellen die Möglichkeit der Photographie in natürlichen Farben zu erweisen, ferner aber auch den Vorgang des Sehens in gewisser Weise zu erklären. Den Zusammenhang zwischen diesen Fragen wollen wir zunächst in Kürze aufdecken. Obwohl sich jedermann sagt, dafs der schwarz auf weifs zeichnenden Photographie zu einem lebensvollen Ausdrucke sehr viel fehlt, und dafs somit die Photographie in natürlichen Farben ein sehr erstrebenswerthes Ziel sei, so entschliefst sich doch der Fachmann nicht leicht, Mittheilungen über erfolgreiche Versuche auf diesem Gebiete für richtig zu halten; denn er weifs, dafs

die Wiedergabe der natürlichen Farben durch eine photographische Platte die Erfüllung einer Reihe von Bedingungen voraussetzt, von denen es äufserst unwahrscheinlich ist, dafs sie sich mit einander vereinigen lassen. Die Zersetzungsprodukte, welche der Lichtstrahl auf einer empfindlichen Substanz erzeugt, sind allerdings nicht unter allen Umständen schwarz oder bräunlich gefärbt, sondern sie können je nach der Beschaffenheit der betreffenden Substanz auch röthlich oder blau sein; doch ist bekanntlich diese Färbung von der der einfallenden Lichtstrahlen durchaus unabhängig; gelbes Licht wirkt ebenso wie blaues, nur viel weniger intensiv. Der einzige Unterschied in der Wirkungsweise verschiedener Farben stellt also nicht nur keinen Vorzug, sondern sogar einen entschiedenen Mangel dar, welchem erst durch die von Professor Vogel gemachte Erfindung der farbenempfindlichen Platten abgeholfen wurde. Auf solche Platten wirkt z. B. gelbes Licht ebenso stark oder, wenn man will, noch stärker als blaues. Eine qualitative Verschiedenheit tritt, wie man sieht, auch hier nicht auf. Nehmen wir aber auch an, dafs es einmal gelingen könnte, in dieser Beziehung einzelne Unterschiede zu erzielen, so dafs etwa grünes Licht ein anderes Zersetzungsprodukt lieferte als rothes, so wäre es doch äufserst merkwürdig, wenn irgend ein Stoff auf alle Strahlenarten in verschiedener Weise reagirte, und noch unwahrscheinlicher ist es, dafs er dann in rothem Lichte ein rothes, in grünem ein grünes Produkt ergäbe u. s. w. Die vor kurzem in den Blättern verbreiteten Mittheilungen über neue erfolgreiche Versuche, welche auf dem Gebiete der Photochromie von einem ungarischen Photographen angestellt worden seien, haben sich denn auch in der That als nicht zutreffend erwiesen. Die betreffenden Bilder halten nicht das, was man von ihnen versprochen. Sie zeigen allerdings schwache Farben, aber dieselben geben nicht im entferntesten die Kontraste der Farben des Originals wieder, geschweige denn, dafs die Wiedergabe auch in den richtigen Farbentönen erfolgte.

Damit ist nun freilich nicht gesagt, dafs die Erreichung des Ziels überhaupt nicht möglich sei. Man wird heutzutage eine derartige Unmöglichkeit nicht gern statuiren, es müfste denn sein, dafs sie sich streng erweisen liefse, wie das z. B. hinsichtlich der Konstruktion eines Perpetuum mobile der Fall ist. In anderen Fällen hat sich ja oft genug gezeigt, dafs originelle Denker ganz neue Gesichtspunkte aufzustellen verstanden haben, für welche die bis dahin geäufserten Bedenken keine Gültigkeit hatten.

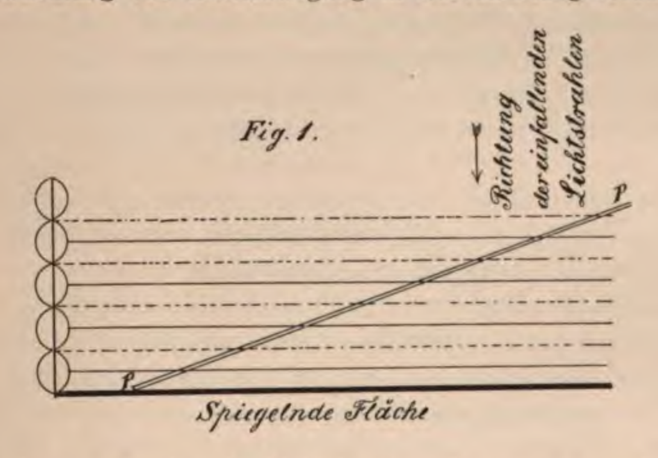
Zenker selbst sowohl als auch andere Forscher vor ihm hatten

auf jodirten Silberplatten eine allerdings nur schwache Farbenproduktion erzielt, und Zenker stellte die Hypothese auf, dafs diese durch stehende Lichtwellen verursacht sei. In Abständen von je 1/4 Wellenlänge, so sagt er, müssen in der auf spiegelnder Fläche ruhenden lichtempfindlichen Schicht Ebenen geringster Lichtwirkung, den Schwingungsknoten entsprechend, mit solchen von stärkerer, den Schwingungsbäuchen, abwechseln, nach der Entwickelung (der chemischen Behandlung) der Platte also durchsichtige und weniger durchsichtige Ebenen. Zur besseren Veranschaulichung wollen wir diese Ebenen einmal mit Blättern eines Buches vergleichen, welche abwechselnd schwarz und weifs sind. Die Abstände der Ebenen (vergleichbar mit der Dicke jener Blätter) werden von der einwirkenden Farbe abhängig sein, also eine gröfsere Ausdehnung im rothen, eine geringere im blauen und violetten Lichte aufweisen. Lassen wir nun nachher auf eine Stelle, welche vom rothen Lichte getroffen war, einen Lichtstrahl fallen, so erleidet er an allen weniger durchsichtigen Ebenen eine theilweise Zurückwerfung, tritt also in viele schwächere Strahlen zerlegt wieder aus. Wann können sich solche Theilstrahlen zu einer kräftigen Resultirenden zusammensetzen? Nur dann, wenn alle Wellenberge einerseits und alle Wellenthäler andererseits zusammenfallen. Das setzt aber voraus, dafs die Ausgangspunkte dieser Strahlen in Abständen hintereinander liegen, welche ein Vielfaches der ganzen Wellenlänge betragen. In unserem Falle ist diese Voraussetzung für rothes Licht erfüllt; der erste Theilstrahl wird an der vordersten Ebene reflektirt, der zweite hat noch den Weg bis zu der zweiten Ebene und denselben Rückweg zu durchlaufen, er bleibt also um eine ganze Wellenlänge hinter jenem zurück. Rothes Licht wird demnach kräftig reflektirt, Licht von anderer Farbe nicht. Kurz, wenn weifses, d. h. zusammengesetztes Licht auf eine so geschichtete Platte fällt, so reflektirt jede Stelle die Farbe, durch welche sie zuvor in empfindlichem Zustande beeinflufst worden ist. —

Die Farben einer solchen Photographie würden demnach gar nicht von besonderen Zersetzungsprodukten, also verschiedenfarbigen Stoffen, sondern nur von geometrischen Verhältnissen farbloser Stofftheilchen abhängig sein, wie das z. B. auch bei den Farben der Seifenblasen der Fall ist.

Was Zenker über das Sehen sagt, und was u. A. der berühmte Bonner Anatom M. Schultze acceptirt hat, gewinnt dem oft gebrauchten Vergleiche zwischen einer photographischen Platte und der Netzhaut unseres Auges eine neue Seite ab. Die im Auge am meisten

nach hinten gelegene Schicht der Netzhaut (die Aufsenglieder der Stäbchen und Zapfen) besteht nämlich aus aufeinander gelagerten Plättchen, deren Dicke von derselben Gröfsenordnung ist wie die Länge der Lichtwellen. Innerhalb dieses Plättchensystems treten nun nach Zenker und Schultze vielfache Reflexionen und in weiterer Folge stehende Wellen auf. So wie wir in der lichtempfindlichen Schicht Stellen stärkster chemischer Wirkung hatten, ergeben sich hier Stellen stärkster Reizung; doch reizen die Wellen einer Farbe nur dann in dieser Weise, wenn ihre Länge zu der Plättchendicke in einem Stäbchen eine bestimmte Beziehung hat. Auf diese Weise wird der ziemlich vage Begriff einer in der Netzhaut stattfindenden Absorption von Lichtstrahlen durch eine bestimmtere Vorstellung über die Umwandlung von Lichtbewegung in Nervenleitung ersetzt.



Verlassen wir aber das Feld der Hypothesen, um uns den Untersuchungen zuzuwenden, durch welche der Nachweis stehender Lichtwellen exakt erbracht worden ist. Herr Dr. Wiener in Strafsburg, welcher diese Untersuchungen angestellt hat, hatte zunächst die Aufgabe, ein geeignetes Anzeichen dafür zu finden, dafs an einem gegebenen Orte eine Lichtbewegung vorhanden sei; die chemisch-photographische Wirkung des Lichtes erschien am geeignetsten. Die Schicht der gewöhnlichen Gelatineplatten ist indefs für den vorliegenden Zweck viel zu dick, wie aus den folgenden Betrachtungen hervorgehen wird. Dr. Wiener bringt nämlich die photographische Platte in den Bereich der Schwingungsknoten und -Bäuche, welche sich über einem bestrahlten Silberspiegel bilden. Auf ihr mufs sich dann, um in dem obigen Vergleiche zu bleiben, das abbilden, was man den Schnitt eines Buches nennt, nämlich ein System schwarzer und weifser Parallellinien, und

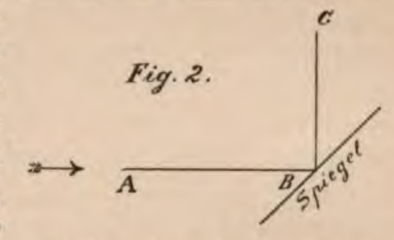
man ist imstande, diesen Linien eine beliebige Breite zu geben, wenn man den Schnitt nicht senkrecht, sondern schief gegen die Blätter führt. Etwas Aehnliches thut Wiener mit seiner photographischen Schicht, indem er sie unter einem sehr spitzen Winkel gegen den Spiegel neigt; er erhält dann auf ihr wirklich ein System äufserst feiner Linien. Denken wir nun die spiegelnde Fläche horizontal liegend, so stellt die Figur 1. einen Vertikaldurchschnitt durch die Versuchsanordnung dar. P P ist die photographische Schicht; die wagerechten aus gezogenen Linien deuten die Ebenen der Schwingungsbäuche, die punktirten Linien die der Schwingungsknoten an. Würde P P eine Dicke haben, welche im Vergleich zur Wellenlänge grofs wäre, so würde man an allen Stellen der Platte die Wirkung von vielen Wellenzügen übereinander gelagert sehen; die Platte wäre anscheinend gleichförmig geschwärzt. Wieners Versuche gelangen defshalb erst, als er sich Chlorsilber-Collodiumschichten von einer Dicke hergestellt hatte, welche etwa gleich $^1/_{20}$—$^1/_{40}$ der Wellenlänge des Natriumlichtes war. Merkwürdig ist es, dafs diese Häutchen hinlänglich empfindlich blieben.

Eine weitere Reihe von Versuchen wurde dann angestellt zu dem Zwecke, jeglichen Zweifel auszuschliefsen, dafs die erzielten Bilder wirklich das Resultat stehender Lichtwellen seien.

Wir können diese Versuche hier natürlich nicht eingehend besprechen. Auf der so geschaffenen Grundlage gelang es indefs weiter zu arbeiten und einerseits über die absolute Phasenänderung des Lichtes bei senkrechter Reflexion, andererseits über die Schwingungsrichtigkeit polarisirten Lichtes Aufschlufs zu erhalten. Die Beantwortung der ersteren Frage erhält man bei Benutzung eines konvexen sphärischen Spiegels, auf welchem das empfindliche Häutchen unmittelbar aufliegt. Da sich an der Berührungsstelle ein Minimum der Lichtwirkung zeigt, so ist anzunehmen, dafs unmittelbar an der reflektirenden Fläche ein Schwingungsknoten vorhanden ist, wie das auch die Figur andeutet. Das setzt aber voraus, dafs wie bei Wasserwellen auch hier eine Umkehr des Schwingungssinnes bei der Reflexion erfolge, und damit ist eine alte optische Streitfrage entschieden.

Hinsichtlich des polarisirten, also solchen Lichtes, wie es z. B. schwarze Spiegel oder der blaue Himmel zurückstrahlen, war man sich längst darüber einig, dafs die Schwingungen nur in einer einzigen Ebene vor sich gehen; doch hatte man keine sicheren Anzeichen dafür, ob dieselbe übereinstimme mit der Ebene, in welcher der einfallende und der zurückgeworfene Strahl liegen, der sog. Polarisations-

ebene oder mit der dazu senkrechten. Während nun Dr. Wiener bei den bisherigen Versuchen die Lichtstrahlen senkrecht auf den Spiegel treffen liefs — dieselben durchsetzten dabei das durchsichtige Häutchen — so benutzte er bei einer letzten Versuchsreihe einen polarisirten Lichtstrahl, welcher unter einem Neigungswinkel von 45° auf den Spiegel fiel, also auch unter 45° Neigung reflektirt wurde. A B, Fig. 2, der einfallende Strahl, habe nordsüdliche Richtung, B C, der reflektirte Strahl gehe nach dem Zenith; erfolgen nun in dem ersteren Strahl die Schwingungen senkrecht zur Einfallsebene, also in ost-westlicher Richtung, so ist das auch bei dem reflektirten Strahle der Fall, die Schwingungen sind sämtlich einander parallel, sie können zur Interferenz gelangen und wir erhalten wieder in der Nähe des Spiegels jenes System paralleler Ebenen von starker und geringer Lichtwirkung. Anders, wenn die Schwingungen auf dem Strahle A B in der Einfallsebene, also bei unserer Figur aufwärts und abwärts erfolgen; sie haben dann in dem reflektirten Strahl nord-südliche Richtung, so dafs eine gegenseitige Vernichtung und damit die Bildung des Ebenensystems ausgeschlossen ist. Es zeigte sich, dafs die Streifenbildung nur dann erfolgte, wenn die Polarisationsebene mit der Einfallsebene zusammenfiel; nur in diesem Falle stehen also die Schwingungen auf der Einfallsebene senkrecht; das heifst aber nichts anderes als: „Die Schwingungen stehen auf der Polarisationsebene senkrecht." [1])



[1]) Soeben erscheint eine Arbeit von Herrn P. Drude (Wiedem. Ann. Septemberheft), in welcher unter Anerkennung der experimentellen Resultate des Herrn Wiener Bedenken gegen seine theoretischen Folgerungen geäufsert werden. Schon früher hat Herr Koláček die Ansicht ausgesprochen, dafs die Fresnel-Neumannsche Frage nach der Schwingungsrichtung des polarisirten Lichtes einer Lösung überhaupt nicht fähig und bedürftig sei, da nach der elektromagnetischen Theorie des Lichtes im polarisirten Strahl immer zwei verschiedene Schwingungsvorgänge stattfinden, welche aufeinander senkrecht stehen. Indefs hat Herr Wiener, worauf wir in dem Obigen der Einfachheit wegen nicht eingegangen sind, seine Folgerungen auch für die genannte Lichttheorie formulirt, und er kommt dabei zu dem Resultate, dafs die chemische Wirkung einer Lichtwelle nur an das Vorhandensein des einen jener Schwingungszustände geknüpft sei. Demnach dürfte man, entgegen der Meinung des Herrn Koláček, die Fresnel-Neumannsche Frage immerhin noch für berechtigt halten, allerdings mit einer gewissen Verschiebung ihres ursprünglichen Sinnes, wenn nicht eben die Wienerschen Folgerungen auch für die elektromagnetische Lichttheorie angegriffen würden. Doch dürfte es nicht thunlich sein, an dieser Stelle näher auf die Ausstellungen des Herrn Drude einzugehen, zumal dieselben sicherlich nicht das letzte Wort in dieser Angelegenheit sprechen.

Wie man aus den vorstehenden Betrachtungen ersieht, ist das Problem der stehenden Lichtwellen in vielfacher Hinsicht interessant, hauptsächlich wegen der theoretischen Fragen, die sich an dasselbe knüpfen. Wenn aber auch die praktischen Aufgaben, welche mit ihm zusammenzuhängen scheinen, durch die neuen Beobachtungen nicht unmittelbar gefördert werden, so geben diese doch eine nachdrückliche Aufmunterung, die Zenkersche Theorie, so wenig einwurfsfrei sie auch sein mag, wieder einmal ernstlich zu prüfen; möglich, dafs die Kunst, welcher die stehenden Lichtwellen den Nachweis ihrer Existenz verdanken, ihrerseits mit Hülfe jener einen längst erwünschten Schritt zu thun in den Stand gesetzt wird. P. Spies.



Zunahme der Sternenhelligkeit auf hohen Bergen.

Während des Sommers von 1889 hat sich Herr Dr. Müller vom astrophysikalischen Observatorium in Potsdam auf dem Säntisgipfel aufgehalten und daselbst photometrische, sowie auch spektroskopische Beobachtungen angestellt. Als ein interessantes vorläufiges Ergebnifs dieser Beobachtungen theilt nun Herr Prof. Vogel in dem Jahresbericht über die Thätigkeit der Potsdamer Sternwarte[1]) die Thatsache mit, dafs ein im Zenith stehender Stern auf einem 2500 Meter hohen Berggipfel um etwa 0,1 bis 0,2 Gröfsenklassen heller erscheint, als in der Ebene, dafs dagegen bei tiefem Stande des Sterns der Helligkeitsunterschied zwischen Berggipfel und Ebene 0,5 bis 0,7 Gröfsenklassen beträgt. Bei der grofsen Anzahl der an der Grenze der Sichtbarkeit stehenden kleinen Sterne mufs diese Helligkeitszunahme schon eine recht beträchtliche Vermehrung der Anzahl auf hohen Bergen mit blofsem Auge sichtbarer Objekte zur Folge haben. In der That wirkt bekanntlich auf den Gebirgshöhen der Sternenhimmel durch den Glanz der helleren und die Fülle der schwächeren Objekte mit einer ungleich gröfseren Pracht, als in der Ebene. Besonders spielt dabei die Thatsache eine Rolle, dafs, wie Müller fand, vor allem die tiefer stehenden Sterne, denen unser Blick von Natur zugewendet ist, von der gröfseren Luftdurchsichtigkeit Nutzen ziehen. Kbr.



Wolkenbruch in Japan am 19. August 1889. Der Wolkenbruch, welcher den südlichen Theil der Hauptinsel Nippon, die Kii-Halbinsel,

[1]) Vierteljahrsschrift der astron. Gesellschaft XXV, 2.

im vorjährigen August verwüstete, ist nicht allein von besonderem Interesse für die Meteorologen, insofern während desselben die weitaus gröfsten Regenmengen in kurzer Zeit fielen, welche bisher zur Kenntnifs gelangt sind, sondern er giebt auch ein beredtes Zeugnifs dafür, wie grofs der Einflufs der atmosphärischen Faktoren auf die Umbildung des Reliefs der Erdoberfläche nicht nur in langen Zeiträumen sondern innerhalb weniger Stunden werden kann, wenn durch ein Zusammentreffen besonders günstiger Verhältnisse die Erosionskraft des als Regen niedergehenden Wassers über das gewöhnliche Mafs hinaus gesteigert wird.

Die meteorologischen Vorgänge, welche den Wolkenbruch zur Folge hatten, sind von Herrn E. Knipping in Tokio[1]) übersichtlich zusammengestellt und ausführlich erörtert worden, während die infolge des Wolkenbruches eingetretenen Veränderungen der Erdoberfläche durch den Regierungs-Ingenieur Herrn J. de Rijke[2]) eine genaue Aufnahme und Bearbeitung erfahren haben.

Ein Taifun, der von Süden herauf kam, lag mit seinem Centrum am 19. August Morgens in der Nähe von Kochi auf der Insel Shikoku, und überschritt im Laufe des Tages den südlichen Theil von Nippon, setzte sodann an der Nordseite der Insel seinen Weg fort, und verschwand am 22. ostwärts ziehend im Ochotskischen Meere. Sein Fortschreiten fand, als er das Land erreichte, nur sehr langsam statt; um 2 Uhr Nachmittags am 19. war sein Centrum erst in Nabeshima mit 738 mm Druck angelangt. Dieses langsame Vorrücken hat offenbar in hohem Grade die Ausfällung der gewaltigen Niederschläge aus den vom Sturm an die bergigen Küsten getriebenen, tiefgehenden, mit Feuchtigkeit gesättigten Taifunwolken befördert, welche, mit einer Geschwindigkeit von 25 bis 34 m pro Sekunde heranstürmend, nicht weit von der Küste Berge bis zu 800 m Höhe zu übersteigen hatten, wobei durch das Aufsteigen der beständig neu herangeführten mit Wasserdampf beladenen Luft Kondensationen von unerhörten Wassermengen stattfinden mufsten.

Um einen Mafsstab für die Wasserfluthen zu haben, welche während dieses Sturmes in wenigen Stunden den Wolken entstürzten, sei daran erinnert, dafs die jährliche Niederschlagshöhe in Norddeutschland 600—800 mm beträgt (langjähriger Durchschnitt für Berlin 596 mm), dafs Regenmengen von über 100 mm in einem Tage zwar vorkommen, aber immerhin zu den Ausnahmen gehören, welche stets

[1]) Met. Zeitschr. 1890. 281—291.

[2]) The Kishiu and Yamoto landslips and disasters of August 1889. 4°.

Ueberschwemmungen und Verwüstungen zur Folge haben. Die gröfste stündliche Regenmenge betrug bisher in Berlin 32 mm und fiel während eines heftigen Gewitters am 22. Juli 1886.

An der Hand dieser Zahlen versuche man nun eine Vorstellung von den folgenden Zahlen zu gewinnen. In Tanabe an der Ost-Küste der Kii-Halbinsel fielen in 40 Stunden 1270 mm, am heftigsten war der Regen am 19. in der Zeit von 2 bis 6 Uhr Nachmittags, denn in diesen 4 Stunden fielen allein 362 mm, also pro Stunde 90.5 mm. In den weiter landeinwärts liegenden Bergen mufs der Regenfall aber noch heftiger gewesen sein. Dort fiel also in 40 Stunden soviel Regen, wie etwa auf dem Kamme des Riesengebirges an Schnee und Regen in einem Jahre!

Die nächst gröfste Menge wurde auf dem Leuchtthurme von Tempozan bei Ozaka gemessen, nämlich 564 mm in 24 Stunden, sodann in Yuasa 521 mm in der gleichen Zeit.

Doch zeigen noch manche der in der von Herrn Knipping mitgetheilten Tabelle aufgeführten Stationen nicht minder stattliche Zahlen z. B. Yokkaichi westlich von Kioto 639 mm in 3 Tagen; auf dem Gipfel des 3700 m hohen Fujiyama notirte das dortige Observatorium 733 mm vom 18.—21. August. Interessant ist der Bericht eines Chefingenieurs, der sich in dem Flecken Koka an der Westküste der Kii-Halbinsel befand. „Am Abend des 17. August fing es an zu regnen; in der Nacht wurde der Regen sehr stark und hielt ununterbrochen an bis zum 19. Mittags, über 40 Stunden. Um 1 Uhr Nachmittags, nach einer Pause von nahezu einer Stunde fing ein so furchtbarer Regen an, dafs alles bisher Erlebte dadurch in den Schatten gestellt wurde. Gegenüber dem Hause war ein hoher steiler Hügelabhang, dicht bewaldet mit Nadelholz, und der aus den Wolken niederstürzende Regen fiel wie ein regelrechter Wasserfall auf die Gipfel der Bäume hernieder. Ueberrascht von dieser Erscheinung suchte ich nach einem Gefäfs, um den Regen zu messen, und fand auch glücklicherweise einen hölzernen, aus einem dicken Stamme gehauenen vierkantig ausgehöhlten Trog, ganz geeignet für meinen Zweck. Die inneren Mafse waren 4.5 zu 1.0 zu 0.8 japanische Fufs. Dieser Trog wurde im Freien aufgestellt, und war genau in 2 Stunden vollgeregnet. Der Regenfall betrug hiernach 8 japanische Zoll oder 242 mm in 2 Stunden, also 121 mm pro Stunde! Dieser Regen hielt bis 5 Uhr an, war aber in den letzten zwei Stunden nicht ganz so heftig wie während der ersten zwei Stunden. Sodann wurde das Wetter besser und während der Nacht fiel kein Regen mehr."

Herr de Rijke, welcher das meist betroffene Gebiet auf drei verschiedenen Wegen durchkreuzte, berichtet u. a. folgendes: „Vom Gipfel des Kodeiyama aus, der am oberen Totsugawa liegt, wo dessen Lauf nach Süd umbiegt, bemerkte ich in den steilen dicht bewaldeten Bergabhängen hunderte von offenen Strichen und Stellen, welche aus der Ferne wie kleine Kometen aussahen, mit dem Schweif nach unten gerichtet; der Kern war die Oeffnung, aus der das Wasser herabstürzte, der Schweif der ausgewaschene Untergrund, oft auch das niedergemähte Unterholz oder mächtige Bäume, deren Wurzeln der Gewalt des Stromes widerstanden und den Erdrutsch verhindert hatten. An manchen Stellen hatte sich wohl ein halbes Dutzend solcher Giefsbäche vereinigt, breite Waldstreifen fortgeschwemmt und tiefe Höhlungen ausgefurcht, welche bis zum Thal herabreichten. An jeder Terrainfalte sah man, dafs ein mächtiger Giefsbach durchgeströmt war, und auch da, wo eine Ansammlung auf gröfseren Flächen kaum denkbar war, wurde durch unterirdisch fliefsende Wildwasser das Zerstörungswerk vollführt.“ „Etwa 60 m unterhalb des ziemlich flachen Gipfels, welcher vorher keine Vertiefung zeigte, lagen einige kleine Gehöfte. Der Berg ist hier sehr durchlässig, da die verwitterten Gesteinschichten 3—7 m Tiefe erreichen, unterhalb welcher Thonschiefer liegt. In der Nacht des 19. August kam plötzlich von dem höher gelegenen Grund ein reifsender, Erde und Steine führender Wildbach herunter, der im Nu alle Häuser zerstörte, wobei 7 Menschen getödtet, mehrere verwundet wurden. Die Oeffnung, aus welcher dieser unterirdische Strom sich ergossen hatte, in halber Höhe zwischen den Gehöften und dem Gipfel, war noch zu sehen, und gar nicht grofs.“

Die indirekten Wirkungen des Wolkenbruches waren noch weit schlimmer, denn die an vielen Stellen herbeigeführten Bergrutsche verstopften die meist ziemlich engen Thäler, welche den Abflufs hätten befördern können. Oberhalb dieser Dämme bildeten sich bald gewaltige Seen, welche bei den darauf eintretenden Dammbrüchen als verheerende Hochfluthen die entsetzlichsten Zerstörungen zur Folge hatten. An einer Stelle des Totsugawa konnte man deutlich erkennen, dafs die Stauwasser eine Höhe von 18 m erreicht hatten.

Je schneller Wolkenbruch, Bergrutsch und Dammbruch auf einander folgten, desto verheerender war die Wirkung, so in Tanabe und dem südlich davon liegenden Thal des Tomitagawa. Nachdem in Tanabe die erste Ueberschwemmung verlaufen war, und Sturm und Regen nachgelassen hatte, glaubte man die Gefahr vorüber, da sich bisher noch nie eine Hochfluth ereignet hatte. Aber während der

Nacht hörte man ein furchtbares Brausen, als wenn eine Erdbebenfluth heranstürmte; die im Oberlauf angestauten Wasser hatten den Damm durchbrochen und rissen die ganze Unterstadt mit sich fort.

Im Thale der kleinen Izugawa kamen allein 320 Menschen um, und noch tagelang nachher trieben viele Leichen in der Tanabe-Bay umher. Der Tomitagawa stieg etwa 20 km oberhalb seiner Mündung infolge von Bergrutschen innerhalb zwei Stunden um 15 m. Der folgende Dammbruch veranlafste den Verlust von 563 Menschenleben.

Am Unterlauf des Totsugawa stieg in Hongu der Flufs bis zum 20. Morgens 5 Uhr um 22 m. Zwei Stunden darauf fand oberhalb Hongu ein Bergrutsch statt, der Material von 330 m Länge, 90 m Breite und 180 m Höhe herabführte und das etwa 180 m breite Flufsthal vollständig sperrte. Es bildete sich nun oberhalb ein See von 6 km Länge und 64 m Tiefe, während unterhalb das Flufsbett gänzlich trocken gelegt wurde. Am 21. August fand in dem Thale eines Nebenflusses ein Bergrutsch von 450 m Höhe statt, welcher einen Damm von 116 m über der Sohle des Flusses aufschüttete und einen See bildete, der an seiner tiefsten Stelle 108 m tief gefunden wurde.

In der Ebene von Sonoura, an der Ostküste, schätzte Herr de Rijke die Zahl der angeschwemmten Bäume auf 200 000 und bemerkt dazu: „Noch gröfsere Mengen sind seewärts getrieben, die See an der Küste war Nachts den Schiffen eine ganze Zeit lang gefährlich wegen der Menge von Treibholz und Trümmern, welche die Flüsse ins Meer geschwemmt hatten. Es verloren wohl an 1500 Menschen das Leben, und der Gesamtschaden wurde auf etwa 30 Millionen Mark geschätzt."

Diese Beispiele geben ein sprechendes Bild von der Kraft, mit welcher ein einziger Wolkenbruch das Relief eines ganzen Bezirkes so umgestalten konnte, dafs das Aussehen der Gegend ein völlig verändertes geworden ist, und beweisen augenfällig, einen wie grofsen Antheil das atmosphärische Wasser bei der Gestaltung der Erdoberfläche hat. W.



Langdauernde und variable Sternschnuppenschwärme.

Der um die Aufklärung der Meteoritenströme durch seine langjährigen Beobachtungen verdienstvolle W. F. Denning hat vor kurzem einen Katalog von Sternschnuppenschwärmen veröffentlicht, welcher die Resultate 14-jähriger in Bristol gemachter Aufzeichnungen repräsentirt, und welcher einige sehr bemerkenswerthe Ergebnisse enthält.

Während früher angenommen werden konnte, dafs die Sternschnuppenschwärme, denen die Erde jährlich in ihrer Bahn begegnet, ihre Meteore meist nur während eines kurzen Zeitraumes aussenden, hat die genauere Verfolgung der Sache dargethan, dafs manche dieser, einem bestimmten Punkte des Himmels entquellenden Ströme auffallend lange, mehrere Monate hindurch Sternschnuppen abgeben. Namentlich Dennings Beobachtungen haben die Realität solch langdauernder Schwärme bekräftigt. Nach dem obgenannten neuesten Kataloge dieses Beobachters existiren am Himmel Sternschnuppenschwärme, welche einen grofsen Theil des Jahres hindurch Meteore liefern. Wir begnügen uns, die Ströme von mehr als fünfmonatlicher Dauer hervorzuheben, indem wir deren Radiationspunkte (d. h. deren Ausgangspunkte in der Nähe der nachfolgend bezeichneten helleren Sterne) angeben:

Radiationspunkt bei:					Dauer:
β Persei	AR =	47°,	D =	+ 44° [1])	vom Juli — 11. Januar
μ „	„	61	„	+ 49	„ Juli — Dezember
α Aurigae	„	73	„	+ 41	„ August — Februar
β Tauri	„	77	„	+ 32	„ 23. Juli — 31. Dezember
θ Urs. maj.	„	142	„	+ 49	„ Oktober — April
β Leonis	„	175	„	+ 10	„ 7. November — 13. April
β Ophiuchi	„	261	„	+ 4	„ Januar — Juni
ζ Draconis	„	262	„	+ 63	das ganze Jahr
102 Herculis	„	272	„	+ 21	vom März — September
λ Aquilae	„	281	„	— 13	„ Februar — August
κ Cephei	„	313	„	+ 77	„ März — Oktober
α Cygni	„	315	„	+ 49	„ März — September
β Piscium	„	346	„	0	„ Juni — Dezember.

Die Erklärung, wie von der Erde aus, während sie den gröfsten Theil ihres Umlaufes um die Sonne ausführt, die Sternschnuppen einzelner Ströme so lange von einem bestimmten Punkte des Himmels kommend gesehen werden können, ist bei den gegenwärtigen Ansichten über die Sternschnuppenbahnen nicht leicht zu geben.[2]) Ein anderes, ganz eigenthümliches Resultat, das Dennings Beobachtungen zu Tage fördern würden, ist dies, dafs sich einige der Schwärme der Zeit nach, innerhalb welcher sie Meteoriten liefern, nicht konstant, sondern schwankend verhalten: die Sternschnuppen erscheinen in einem Jahre in diesen, in anderen Jahren in anderen Monaten. Zur Erklärung

[1]) AR bedeutet die Rectascension, D die Declination, durch welche die Stellung des Sternes bestimmt wird.

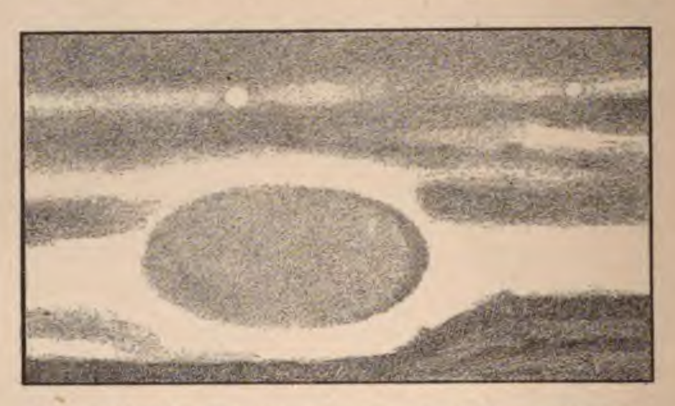
[2]) Man erklärt die lange Dauer einzelner Meteorschauer durch verschiedene, aufeinander folgende Schwärme, welche die Erdbahn während des Umlaufs der Erde schneiden und nur scheinbar demselben Radianten entspringen. Gegen diese Erklärungsweise sind aber von Denning und anderen gewichtige Gründe angeführt worden.

dieser Anomalien, meint Denning, werde man wohl an die Einwirkung planetarischer Störungen auf die Meteorströme denken müssen. Denning fügt auch vorsichtig hinzu, die letztere Sache bedürfe noch weiter der Beobachtung und der Verfolgung durch Rechnung. *



Astronomische Leiden.

In einer Rede, welche Prof. Holden, der Direktor der Lick-Sternwarte, in der 2ten Jahresversammlung der Astron. society of the Pacific gehalten hat, kam derselbe auf die verschiedenen Schwierigkeiten zu sprechen, mit welchen das Lick-Observatorium zu kämpfen hat; wir theilen unseren Lesern daraus einiges mit, da ihnen dann



Der rothe Fleck Jupiters, gezeichnet am 5. September 1889 bei 630-facher Vergröfserung von J. E. Keeler.[1])

die bisherigen Leistungen des jungen Instituts in desto rühmlicherem Lichte erscheinen werden. — Die Sternwarte liegt bekanntlich ganz isolirt; San José ist der nächste gröfsere Ort, in der Entfernung von 26 Miles. Im Winter ist die Kommunikation nicht selten unterbrochen, die den Berg hinab führende Strafse verschneit; die Schneestürme zerbrechen die Telegraphen- und Telephonleitungen, sie schütten solche Massen von Schnee aus, dafs die Gebäude des Observatoriums bis 3 m tief davon umgeben sind und die Wohnungen der Astronomen eine bedenkliche Aehnlichkeit mit Eskimohütten erhalten; die Kuppeln sind gefroren und können nicht mehr bewegt werden. Der Sturm treibt mit solcher Gewalt durch die verfehlt konstruirten Schornsteine, dafs Rauch und Flammen aus den Oefen weit ins Zimmer

[1]) Nachgeliefert zu S. 547 des vorigen Jahrgangs.

schlagen, und es giebt da nur zwei Zimmer, wo bei allen Windrichtungen Feuer gemacht werden kann. Die Herren nehmen dann ihre Mahlzeiten ein, wo es eben möglich ist. Dazu kommt nicht selten noch Holzmangel: das Wasser gefror auf den Tischen, und in einigen Räumen war die Temperatur nicht über den Nullpunkt zu bringen. — Das Observatorium mufs, was Lebensmittel betrifft, selbstverständlich alles von seinen Nachbarn, den tiefer gelegenen Ortschaften, beziehen und sich immer auf längere Zeit verproviantirt halten. Vier Reservoire liefern das Wasser; im Sommer aber erwies sich die Wassermenge unzureichend, und es mufste auch Regenwasser gesammelt werden. Dafs bei solchem Zusammentreffen der von der Natur verursachten Schwierigkeiten mit dem Mangel an Vorsorge für die zur Arbeit berufenen Astronomen sich der einzelne nicht sehr gemüthlich befinden kann, und noch weniger Familien, ist begreiflich; man denke noch an den Fall, wo die schnelle Hilfe eines Arztes nothwendig wird, oder wie für die Erziehung von Kindern gesorgt werden soll. — Auch an den Instrumenten, so grofsartig diese an sich sind, und ihren Einrichtungen mangelt noch so manches. Die versprochene elektrische Beleuchtung der Kreise ist noch nicht durchgeführt, der Beobachter braucht wie bisher noch zwei Stunden zum Aufwickeln des Gewichtes für die Bewegung der Hauptkuppel und soll nach so ermüdender Arbeit noch die volle Ruhe erfordernden Mikrometerablesungen machen u. s. w. Prof. Holden sagt, die meisten Leute glaubten leider, um eine Sternwarte zu begründen, brauche man sie nur zu erbauen und nachher dem Astronomen zu sagen: „Da hast Du ein grofses Fernrohr, nun gehe hin und entdecke grofse Dinge damit". Dafs ein grofses Institut aber auch beträchtliche Mittel zu seiner Instandhaltung bedarf, daran wird selten gedacht. — Pafst manches in Holdens Schmerzensschrei nicht genau auch auf gewisse vergangene und gegenwärtige Zustände der Astronomie im hochgelobten Europa? *



Erscheinungen am Sternenhimmel vom 15. Oktober bis 15. November.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Sonne und Mond.

Sonnenauf- und Untergang: am 15. Okt. 6^h 26^m Mg., 5^h 4^m Ab., am 1. Nov. 6^h 58^m Mg., 4^h 29^m Ab., am 15. Nov. 7^h 24^m Mg., 4^h 5^m Ab. — Abnahme der Tageslänge Okt.—Nov. 1^h 56^m.

Entfernungen der Sonne und des Mondes von der Erde und scheinbare Durchmesser:

Sonne			Mond		
	Entfernung	Durchm.		Entfernung	Durchm.
15. Okt.	19,939 000 Meil.	32' 9"	15. Okt.	52 180 Meil.	30' 51"
1. Nov.	19,846 000 „	32 18	1. Nov.	53 140 „	30 18
15. „	19,781 000 „	32 24	15. „	50 200 „	32 4

Auf- und Untergang des Mondes.

		Aufgang	Untergang
21. Okt.	Erstes Viertel	2h 43m Nm.	10h 29m Ab.
24. „	Erdnähe	4 2 „	1 21 Mg.
28. „	Vollmond	5 11 „	7 1 „
4. Nov.	Letztes Viertel	10 22 Ab.	2 6 Nm.
5. „	Erdferne	11 32 „	2 29 „
12. „	Neumond	6 50 Mg.	4 20 „

2. Die Planeten.

Merkur culminirt vor Mittag und ist am Morgenhimmel aufzusuchen. Am 1. November steht er unweit des Sternes $\varkappa$ der Jungfrau, am 31. Oktober Morgens ist er nahe bei Uranus.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Okt.	4h 37m Mg.	4h 47m Nm.	19,548 000 Meilen
1. Nov.	5 51 „	4 21 „	26,741 000 „
15. „	7 13 „	4 3 „	28,875 000 „

Venus culminirt nach und vor 2h Nachmittags und ist noch am Abendhimmel zu sehen. Der Planet befindet sich wenig südöstlich resp. südwestlich vom Sterne 1. Gröfse Antares (α Scorpii), steht am 17. Okt. nur 20' von diesem Sterne entfernt, und erreicht am 27. Oktober seinen gröfsten Glanz.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Okt.	11h 13m Vm.	6h 5m Ab.	10,271 000 Meilen
1. Nov.	11 8 „	5 28 „	7,875 000 „
15. „	10 19 „	4 51 „	6,270 000 „

Mars ist bis 9h Abends am Westhimmel sichtbar und steht im Schützen und Steinbock. Am 21. Oktober ist er der Sonne am nächsten (27,640 000 Meilen). Am 13. November Mitternacht steht Mars nur 1° südlich von Jupiter.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Okt.	1h 52m Nm.	9h 4m Ab.	21,982 000 Meilen
1. Nov.	1 21 „	9 5 „	24,074 000 „
15. „	0 51 „	9 9 „	25,853 000 „

Jupiter steht den Monat über im Steinbock, von Mars nicht weit entfernt; er ist bis 10h, später bis 9h Abends über dem Horizont.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Okt.	2h 36m Nm.	10h 54m Ab.	95,639 000 Meilen
1. Nov.	1 33 „	9 55 „	100,881 000 „
15. „	0 42 „	9 10 „	105,140 000 „

Saturn ist in den ersten Morgenstunden aufzusuchen; er befindet sich, während des Monats nur geringe Bewegung ausführend, zwischen zwei Sternen 4. und 5. Gröfse im südlichen Theil des grofsen Löwen.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Okt.	2h 38m Mg.	4h 14m Nm.	201,416 000 Meilen
1. Nov.	1 22 „	3 10 „	197,317 000 „
15. „	0 54 „	2 18 „	193,269 000 „

Uranus ist am Morgenhimmel sichtbar und steht unweit des sehr hellen Sternes Spica der Jungfrau.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Okt.	6h 52m Mg.	5h 16m Nm.	389,220 000 Meilen
1. Nov.	5 55 „	4 15 „	388,830 000 „
15. „	5 5 „	3 21 „	387,340 000 „

Neptun culminirt zwischen ½3 und 1h Morgens, ist die ganze Nacht über zu sehen und steht nicht weit nordwestlich von dem bekannten hellen Sterne Aldebaran im Stier.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Okt.	6h 48m Ab.	10h 44m Mg.	582,400 000 Meilen
1. Nov.	5 39 „	9 35 „	579,100 000 „
15. „	4 44 „	8 38 „	577,500 000 „

Orte der Planeten:

	Merkur		Venus		Mars		Jupiter	
	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.
15. Okt.	12h 17m	+ 0° 3'	16h 15m	— 26° 6'	19h 4m	— 24° 57'	20h 21m	— 20° 19'
20. „	12 41	— 2 10	16 31	— 26 56	19 19	— 24 26	20 22	— 20 14
25. „	13 9	— 5 13	16 45	— 27 32	19 34	— 23 49	20 24	— 20 8
30. „	13 39	— 8 35	16 57	— 27 54	19 49	— 23 8	20 26	— 20 1
4. Nov.	14 10	— 11 55	17 6	— 28 2	20 4	— 22 20	20 28	— 19 54
9. „	14 41	— 15 3	17 12	— 27 55	20 19	— 21 27	20 31	— 19 45
14. „	15 12	— 17 53	17 13	— 27 31	20 35	— 20 30	20 33	— 19 35

	Saturn		Uranus		Neptun	
	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.
19. Okt.	11h 1m	+ 8° 9'	13h 41m	— 9° 55'	4h 19m	+ 19° 45'
27. „	11 4	+ 7 52	13 43	— 10 6	4 19	+ 19 43
4. Nov.	11 6	+ 7 36	13 45	— 10 17	4 18	+ 19 41
12. „	11 9	+ 7 23	13 47	— 10 27	4 17	+ 19 39

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

18. Okt.	II. Trab.	Verfinst.	Austritt	6h 23m Ab.
20. „	I. „	„	„	8 48 „
25. „	II. „	„	„	9 1 „
5. Nov.	I. „	„	„	7 7 „
12. „	I. „	„	„	9 2 „

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(Für Berlin sichtbar.)

		Gröfse	Eintritt	Austritt
27. Okt.	* ξ^1 Ceti	4.3m	8h 23m Ab.	9h 28m Ab.
28. „	* ξ Arietis	5.3	3 46 Mg.	4 36 Mg.

5. Orientirung am Sternhimmel.

Vom 15. Oktober bis 15. November sind um 8h Abends im Untergange befindlich oder nähern sich demselben die Sternbilder Ophiuchus, Hercules, Schlange, Bootes; im Aufgange sind Widder, Stier, Perseus, Mitte November Orion; zur selben Zeit culminiren die Sternbilder des kleinen Pferd, Schwan, Pegasus, Wassermann und Cepheus. — Die Culminationszeiten der hellsten Sterne sind folgende:

Sterne	am 15. Okt.	am 1. Nov.	am 15. Nov.
α Aquilae	6h 9m Ab.	5h 2m Ab.	4h 6m Nm.
α Cygni (Deneb)	7 1 „	5 54 „	4 59 „
ε Pegasi	8 2 „	6 55 „	6 0 Ab.
α „	9 23 „	8 16 „	7 20 „
α Androm.	10 25 „	9 19 „	8 24 „
β Ceti	11 1 „	9 54 „	8 59 „
β Androm.	11 26 „	10 19 „	9 25 „
α Urs. min. (Polarstern)	11 41 „	10 34 „	9 39 „
α Arietis	0 23 Mg.	11 16 „	10 20 „
β Persei (Algol)	1 27 „	0 20 Mg.	11 22 „
α Persei	1 43 „	0 36 „	11 36 „
α Tauri (Aldebaran)	2 56 „	1 49 „	0 53 Mg.
α Aurig. (Capella)	3 35 „	2 28 „	1 32 „

6. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1899 Rectas.	Declin.
T Arietis	13. Nov.	8m	9m	2h 42m 11s	+ 17° 3'2
R Tauri	21. Okt.	8	13	4 22 16	+ 9 55.0
V „	19. „	8—9	12	4 45 30	+ 17 21.2
R Cancri	28. „	7	11	8 10 30	+ 12 3.8
S Hydrae	7. Nov.	8	12	8 47 49	+ 3 29.1
U Virginis	14. „	8	12	12 45 31	+ 6 9.1
R Serpentis	8. „	6—7	11	15 45 38	+ 15 28.0
R Aquilae	25. Okt.	7	11	19 1 4	+ 8 3.9
T Sagittarii	15. Nov.	8	11	19 9 53	— 17 9.7
T Aquarii	27. Okt.	7	12,5	20 44 8	— 5 33.2
R Vulpeculae	31. „	8	12	20 59 29	+ 23 22.9
R Pegasi	15. „	7—8	12	23 1 7	+ 9 56.9

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

Algol . . . 20., 26. Okt. Mg., 31. Okt., 6. Nov. Ab., 12. Mg.
U Cephei . . 19., 24., 29. Okt. Mg., 3., 8. Nov. Mg., 12. Ab.
U Coronae . . 22., 29. Okt., 5., 12. Nov. Mg.
λ Tauri . . 19. Okt. Mittg., 27. Mg., 4. Nov., 12. Mg.
Y Cygni . . unregelmäfsig.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monocerotis 6. Nov.

7. Meteoriten.

Das Maximum des bekannten Leoniden-Schwarmes (Ausstrahlungspunkt bei AR = 150°, D = + 23°) fällt auf den 13. November; diese Meteoriten können in den Morgenstunden gut beobachtet werden. — Während des Monat Okt.-Nov. sind aufserdem einige Meteorschauer aus den Gegenden von α, β Persei, und μ Persei beachtenswerth.

8. Nachrichten über Kometen.

Der Denningsche Komet (s. Septbr.-Heft) dürfte nicht lange beobachtet werden können. Mitte August war noch eine Umhüllung von 1 Bog. Min. Durchmesser zu bemerken, in der Mitte von körniger Struktur; in der ersten Hälfte September wird der Komet übereinstimmend von mehreren Sternwarten bereits als sehr schwach gemeldet.



Dr. J. Fricks Physikalische Technik, spezielle Anleitung zur Ausführung physikalischer Demonstrationen und zur Herstellung von physikalischen Demonstrationsapparaten mit möglichst einfachen Mitteln. 6. Auflage herausgeg. von Dr. O. Lehmann. Erster Band. Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1890. Preis 15 M.

F. Kohlrausch sagt in seiner berühmten praktischen Physik: „Ein eigentlicher Kursus im Unterrichts-Experimentiren würde manchen Schwierigkeiten begegnen; er erscheint aber auch weniger nothwendig; denn wer sich in den quantitativen Aufgaben einige Gewandheit erworben hat, wird auch die Vorlesungsversuche ohne Schwierigkeit bewältigen."

Leider mufs man sagen, dafs die Beschäftigung der angehenden Lehrer mit jenen quantitativen Aufgaben auf der Universität bei weitem nicht in dem Umfange stattfindet, dafs ihnen der Uebergang zu belehrenden Versuchen leicht wäre. Da nun aber heutzutage Anschaulichkeit mit ganz besonderem Nachdruck vom Unterricht verlangt und bei einer ausgiebigen Benutzung der Wandtafel allein nicht als bereits vorhanden angesehen wird, so würde mancher Lehrer auf Kosten seiner Zeit und der von der Schule bewilligten Geldmittel ein theures Lehrgeld bezahlen müssen, wenn er nicht in Büchern wie das vorliegende geeignete Anleitung fände. Das Fricksche Buch war bekanntlich eins der trefflichsten seiner Art. Der Plan des verstorbenen Verfassers wurde von dem Herausgeber unverändert festgehalten; es soll:

1. Mit Umgehung aller theoretischen Erörterung eine Erläuterung der Versuche gegeben werden, welche beim Unterricht zur Bestätigung der erklärten Naturgesetze gemacht werden können.

2. Die erforderlichen Apparate sollen beschrieben, und zu ihrer Anfertigung oder Anschaffung, sowie der zweckmäfsigen Benutzung und Instandhaltung sollen Anweisungen gegeben werden.

Die Neubearbeitung zeigt bei der Besprechung einzelner technischer Arbeiten gröfsere Ausführlichkeit. Die Behandlung des Stoffes sucht nach Auswahl und Eintheilung dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft gerecht zu werden; in dem vorliegenden ersten Bande erkennt man Erfolge dieses Strebens vorzugsweise auf dem Gebiete der Molekularphysik; für den zweiten Theil verspricht das Vorwort eine Verwerthung der Fortschritte, welche die elektromagnetische Lichttheorie in neuester Zeit gemacht hat.

Nach alledem läfst sich sagen, dafs der Herausgeber den Plan des Verfassers in trefflicher Weise weitergeführt hat, und es ist zu hoffen, dafs die Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse durch das Werk in erfreulichem Grade gefördert werden wird. Sp.



A. Sprockhoff. Grundzüge der Physik, übersichtliche Anordnung und ausführliche Darstellung des Hauptsächlichsten aus dem ganzen Gebiete. Zweite Auflage. Hannover 1890. Preis 3 M. 50 Pf.

Das Buch ist geschrieben für höhere Lehranstalten, Lehrerseminare etc., und der Verfasser erscheint auf den ersten Blick zur Arbeit auf diesem Gebiete befähigt, weil er die auf Herbartschen Prinzipien beruhende und neuerdings so wirksam werdende pädagogische Richtung vertritt. „Naturgemäfsheit" ist sein erster Grundsatz für die Behandlung des Stoffes, und daraus ergeben sich die bekannten Typen für den Gang des Unterrichts. Nicht immer freilich werden diese vom Verfasser mit Gewandtheit gehandhabt; so bezwecken z. B. die Eintheilungen bisweilen mehr äufserliche Symmetrie in der Anordnung, als die wirkliche Klarlegung des Wesentlichen (man vergl. die Besprechung des Telephons). Bedauerlicher aber ist es, dafs sich viele Stellen finden, welche sachlich durchaus nicht dem vom Verfasser aufgestellten Grundsatze entsprechen: „Alles, was gelernt wird, soll auf dem Grunde wissenschaftlicher Forschung beruhen." Wir denken hierbei an die Besprechung der elektrischen Einheiten, an die spektralanalytischen Betrachtungen, an die Beweise, welche dafür erbracht werden, dafs Wärme ein Schwingungszustand sei u. a. m. Die Irrthümer, in welche der Verfasser bei diesen Gelegenheiten verfällt, sind so schwerwiegend, dafs uns einzelne Vorzüge des Buches, z. B. die gute Auswahl der dem System vorausgehenden Einzelbilder, jene Mängel zu übersehen nicht gestatten.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Die Rüdersdorfer Kalkberge mit Spuren diluvialer Gletscherthätigkeit.



Die Erscheinungen der Gletscherwelt.

Vortrag, gehalten im wissenschaftlichen Theater der Urania.

Von Dr. **P. Schwahn.**

(Schlufs.)

In dem ersten Theile meines Vortrages habe ich von den Bewegungserscheinungen der Gletscher gesprochen, ohne deren Ursachen näher zu erörtern. Es mögen über diesen Gegenstand hier noch einige Worte hinzugefügt werden.

Trotzdem man schon früh erkannte, dafs die Bewegung der Gletscher hauptsächlich durch die Schwere bedingt werde, hat man doch, durch Thatsachen der Beobachtung veranlafst, den Einflufs einer gröfseren Zahl anderer Faktoren hierbei als mitwirkend in Betracht ziehen müssen. Denn in der Bethätigung der Schwerkraft allein konnte man keinen genügenden Grund für die Thatsache finden, dafs die bei einem jähen Sturz über Steilabhänge in mächtige Schollen zertrümmerten Eismassen die Spuren der Zertrümmerung weiter thalwärts nicht mehr erkennen lassen, sondern, wieder zu einem Ganzen vereinigt, das Bild eines sogenannten „regenerirten" Gletscherstromes darbieten.

Dergleichen Umstände schienen durch das Agens der Schwere allein so wenig erklärlich, dafs man bei den ersten Ansichten über die Bewegungserscheinungen von der Mitwirkung dieser Triebkraft gänzlich absah und allein aus der Ausdehnung der Eismassen durch das Gefrieren des in die Haarspalten eindringenden Wassers die Vorwärtsbewegung der Gletscher ableiten wollte. Es ist dies die alte Ausdehnungs- oder Dilatationstheorie, welche später von Charpentier und Agassiz erneuert wurde.

Als man dann später die Saussuresche Gravitations- oder Rutschtheorie wieder aufnahm, welche der Schwere den Hauptantheil an

der Gletscherbewegung zuschreibt, gestatteten erst neuere Untersuchungen von Forbes, Tyndall und Helmholtz einen klareren Einblick in diese Vorgänge. Die genannten Forscher hatten die Möglichkeit des Fliefsens der Gletschermasse durch Versuche mit zähflüssigen Substanzen, wie Gemenge von Leim und Gips, dargethan und darauf aufmerksam gemacht, dafs bei der Bewegung des Gletschers ein fortwährendes Verschieben und Zerbrechen seiner Bestandtheile und ein Wiedergefrieren derselben stattfinde. Tyndall zeigte unter anderm, dafs zwei feuchte Eisplatten selbst bei mäfsigem Drucke zu einem Eiskörper vereinigt, gewissermafsen zusammengeschweifst werden können.

Nun erzeugt offenbar das Gewicht der Gletschermasse sehr starke Pressungen in den tiefer liegenden Theilen derselben, von denen zwar die inneren Eistheilchen betroffen werden, nicht aber das in die Haarspalten eindringende Schmelzwasser, welches durch eben diese entweichen kann. Das geprefste Eis wird dann — wie thermodynamische Betrachtungen lehren — kälter als 0°, während die Temperatur des Wassers nicht erniedrigt wird. Wir haben also unter solchen Umständen Eis kälter als 0° in Berührung mit Wasser von der Schmelztemperatur. Eine Folge dieser ungleichen Wärmevertheilung wird nun sein, dafs fortwährend rings um die Eisblöcke Wasser gefriert, während ein Theil des schon vorhandenen geprefsten Eises wegschmilzt. Es ist dies die Erklärung, welche Faraday, Tyndall und Helmholtz für die Wiederverbindung oder Regelation getrennter Gletscherblöcke gegeben haben, und es ist so ersichtlich, wie ein Eisstrom, wenn er durch einen Sturz Zertrümmerungen erlitten hat, doch gleich unterhalb des Abfalls ein Ganzes bilden kann, wie ein Strom unterhalb einer Stromschnelle.

Im allgemeinen kann man annehmen, dafs die Plasticität des Eises in Verbindung mit der Schwere und Regelation ausreichend sei, um die Bewegungserscheinungen der Gletscher zu erklären. Damit soll jedoch keineswegs ausgesprochen sein, dafs nicht noch manche Vorgänge genauere Beobachtung verlangen, ehe wir alle Räthsel für gelöst erachten können. Zu neuen Untersuchungen drängen vor allem die Erscheinungen, welche man bei manchen Gletschern periodisch wiederkehrend wahrnimmt, nämlich die tumultuarischen Vorstöfse, welche den stetigen, langsamen Fortschritt der Eisriesen von Zeit zu Zeit unterbrechen.

Doch ich will jetzt die Besprechung der Bewegungsvorgänge der Gletscher beschliefsen und in einen neuen Abschnitt meines Vortrages

eintreten, welcher die Abschmelzungsphänomene der Eisströme und ihre geologisch so bedeutsamen Wirkungen behandeln soll.

Das glänzende Tagesgestirn, die Sonne ist es natürlich, welche durch ihre Wärmestrahlung und durch den Reflex ihrer glühenden Pfeile an den Felswänden die oberen Schichten des Eispanzers in den tiefer gelegenen Strecken hinwegrafft, und dieses Zerstörungswerk wird kräftig gefördert durch die warmen Winde, sowie durch die Schmelzgewässer der Seitenbäche, die sich unter dem Gletscher hindurchwühlen. Die Sonnenseite der Eisströme ist weit mehr der Abtragung ausgesetzt als die Schattenseite, und an den Ufern schmilzt durch Reflexion der Thalwände mehr ab als in der Mitte, so daſs die Ränder herabgedrückt, die mittleren Theile aufgewölbt erscheinen, wie man dies recht deutlich bei allen groſsen Gletschern beobachten kann.

Um den Betrag der Auflösung der oberen Eisdecke, die sogenannte „Ablation" zu bestimmen, hat man das allmähliche Hervortreten von im Eise eingepflanzten Pfählen beobachtet, oder man hat beobachtet, wie mit schlechten Wärmeleitern bedeckte Eisflächen, also z. B. mit Steingeröll überschüttete, sich mehr und mehr über die abschmelzende, schuttfreie Umgebung erheben. Hierauf bezügliche Untersuchungen ergeben ein Sinken der Gletscherdecke in den drei Sommermonaten um zwei bis drei Meter.

Wenn ein Felsblock eine flache Platte bildet, so erhält sich das Eis unter derselben, während es in der Umgebung abschmilzt. Es bleibt dann ein Eispfeiler unter der Platte, welche mit jenem zusammen die Form eines Tisches annimmt und deshalb „Gletschertisch" genannt wird. Allmählich greift aber die warme Luft das Untergestell an, der Block neigt sich dadurch der Sonne entgegen und rutscht endlich, seiner Stütze beraubt, nach Süden hin ab. Am Fuſse des Eispfeilers wirkt er dann wiederum schützend auf seine etwas verschobene Unterlage; es entsteht ein neuer Gletschertisch. Die Pfeiler solcher Gletschertische können 2, 4, ja bis 11 m Höhe erreichen, und wenn dieselben sehr groſse Platten tragen, können sie oft 2 bis 3 Jahre wachsen, bevor der Block abrutscht. Die schönsten Gebilde dieser Art findet man auf dem Unteraargletscher, auf dem Theodulgletscher, dem Matterhorn, dem Rhonegletscher und der Pasterze.

Ein anderes eigenthümliches Erzeugniſs der Abschmelzung sind die Gletschernadeln, die namentlich am unteren Theile zerklüfteter Eisströme angetroffen werden. Ihre wunderlichen, bizarren Formen ziehen schon aus weiter Ferne das Auge auf sich, und der Strom der Vergnügungsreisenden wendet sich meist nur solchen Gletschern zu,

welche sich durch Mannigfaltigkeit und Fülle ihrer Nadeln auszeichnen.

Wenn die Schmelzwasserbäche, die tausendfach den Eisstrom durchfurchen, auf eine Spalte stofsen, so dringt das Wasser in jähem Sturz in dieselbe ein, es erweitert den Spalt nach unten zu, und wenn sich dieser nach einiger Zeit wiederum schliefst, bleibt durch das Ausschmelzen ein vertikaler trichterförmiger Schlund von oft 200 m Tiefe offen. Man nennt diese Gebilde „Gletschermühlen", weil das Geräusch ihres Wasserfalls an das der Mühlräder erinnert. Solche Mühlen finden sich hauptsächlich auf dem Gorner-, Oberaletsch-, auf dem Grindelwald- sowie Morteratsch-Gletscher.



Riesentöpfe.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich noch von einer anderen, geologisch merkwürdigen Schöpfung der Eisströme sprechen, die vor tausend und aber tausend Jahren durch das Schmelzwasser im festen Gesteinsboden entstanden ist. Es sind dies jene trichterartig gestalteten Felslöcher, die unter dem Namen „Riesentöpfe" bekannt sind. Man trifft dieselben in Skandinavien und der Schweiz vielfach an, aber auch in unserem norddeutschen Flachlande haben sich diese Zeugen der Eiszeit stellenweise erhalten, so z. B. in den oberen Schichten des Schaumkalkes von Rüdersdorf in der Nähe des Alvenslebenbruches.[1])

Man weifs wohl aus eigener Anschauung, dafs ein Stein, der

[1]) Vergleiche hierfür und für die Gletscherschrammen unser Titelbild aus den Rüdersdorfer Kalkbergen

in einer Vertiefung ruht, in welche Wasser hineinströmt, mit der Zeit ein brunnenartiges Loch zu graben vermag. Durch die beständige Umdrehung und Reibung des allmählich selbst gerundeten Rollsteines können dann diese Höhlungen eine Tiefe und Weite von mehreren Metern erhalten, und dann sind jene Töpfe vorhanden, in denen der Sage nach die Riesen ihr Mahl bereiteten. Man trifft solche Gletschertöpfe von besonders schöner Ausbildung im Garten von Luzern an.

Einen besonderen Antheil an der Auflösung des Gletscherendes nehmen die Bachgewässer der Thalgehänge, indem sie zur Regenzeit grofse Mengen lauen Wassers unter den Gletscherboden führen. An den einspringenden Winkeln des Thalgehänges dringen die Eismassen nicht ein; es bleiben daselbst Lücken, von denen aus man oft weit unter den Gletscher gelangen kann. Und so fehlt denn auch den seitlichen Bächen die Gelegenheit nicht, rasch Wege unter dem Gletscher zu finden. Dieselben werden zu Höhlen und Gängen ausgeschmolzen, und indem die Masse sich vorwärts schiebt, werden neue gehöhlt und so fort, bis ein wahrer Irrgarten von Eisgewölben entsteht, welche sich, wie die Stollen in einem Bergwerke, nach allen Richtungen hin durchkreuzen.

Und wie die Bäche sich zu einem Hauptstrome vereinigen, so endigen alle diese Höhlenzweige am Fufse des Eisstromes ebenfalls in einem einzigen erweiterten Gewölbe, dem Gletscherthore. Aus ihm entfliefst endlich der milchig trübe Bach, wie aus gähnendem Rachen eines Ungeheuers, um später als geklärter Gletscherstrom mit smaragdgrünen Wogen durch die Thäler zu fluthen. Im Innern einer solchen Grotte fühlen wir uns wie in den Gemächern eines Feenpalastes, und wenn durch eine Oeffnung das blaue Himmelslicht freundlich hineinblickt, so denkt man unwillkürlich, es seien geweihte Orte, wo die Natur besonders ihre Geheimnisse verkündet.

Aber wie das Damoklesschwert immerfort über dem Haupte des kühnen Eindringlings in die Geheimnisse der Gletscherwelt schwebt, so drohen auch die Gefahren hier unten in den Zauberpalästen ihres Grundes. Denn von den Wänden hängen, durch tiefe blaue Risse getrennt, gewaltige Eisfetzen hernieder, die jeden Augenblick herabstürzen können. Es ist vorgekommen, dafs mit diesen Erscheinungen Unbekannte sich unter solche gefahrvolle Stellen begeben haben und erschlagen worden sind. So wurden zwei junge Männer, welche die Unvorsichtigkeit begingen, im Gewölbe des Rhonegletschers eine

Pistole abzuschiefsen, in demselben Momente von herabstürzenden Scherben getödtet.

Auch des so merkwürdigen Phänomens der Gesteinsbedeckung der Gletscher mufs hier schliefslich gedacht werden.

Durch die zahlreichen Furchen in den Thalgehängen rollen die durch Regen und Frost von den Felswänden abgetrennten Blöcke herunter, bald durch ihr Gewicht allein, bald durch das rinnende Wasser befördert. Die Blöcke, welche an einer bestimmten Stelle vor einer Woche herunterstürzten, sind auf dem mächtigen Rücken des Eisstroms schon mehrere Meter thalwärts getragen; die heutigen fallen nicht mehr auf die gestrigen, sondern unmittelbar dahinter. So werden Schuttkegel und Schutthalden in stundenlangen Wällen an den Gletscherufern ausgezogen. Diese sogenannten „Seitenmoränen" oder „Gandecken" finden sich bei allen grofsen Gletschern; sie beherbergen Wanderblöcke von 1 bis 20 cbm, doch kommen nicht selten auch solche von 1000, ja über 3000 cbm Inhalt vor.

Wo zwei Gletscherarme in ein gemeinschaftliches Thalbett münden, wie z. B. bei dem Aargletscher, da treten die beiden Seitenmoränen zu einer einzigen zusammen, welche von da ab als „Mittelmoräne" oder „Gufferlinie" in der Mitte der vereinigten Gletscher weiter zieht. Mit jedem neuen Zuwachse durch eine Vereinigung entsteht eine neue Mittelmoräne; daher die Regel, dafs ein Gletscher aus so vielen einzelnen Zuflüssen zusammengesetzt ist, als er Mittelmoränen zeigt, zu deren Anzahl man noch Eins hinzufügt.

Diese Gebilde erreichen oft ganz aufserordentliche Dimensionen. Man wird staunen, wenn man hört, dafs die Höhe der Mittelmoräne des Unteraargletschers 42 m beträgt und ihre Breite gegen das Ende hin auf mehr denn 200 m anwächst. Auch besitzen dieselben ein eigenthümliches Leben. Nicht allein, dafs die Wanderblöcke noch die Flechten und Moose tragen, welche sie von der Höhe mitbrachten, es erzeugt sich auch nach und nach eine neue Pflanzendecke auf den Gesteinstrümmern, in Wahrheit eine blühende Flora auf todten Eisbergen. Anderwärts, wo ein mächtiger Schuttwall bereits völlig verwittert ist, hat man sogar Nadelbäume auf ihm gefunden, die das unter ihnen liegende Eis trügerisch verhüllen.

Wo der Gletscherstrom mündet, da ladet er seinen Moränenschutt ab. Dieser wird zur sogenannten „End- oder Stirnmoräne" angehäuft, die bei dem Rückgang des Eises als ein Wall stehen bleibt, bei dem Vorschreiten jenes zerstört und ausgeglättet, aber nicht, wie man oft annimmt, vor dem Gletscher hergeschoben wird.

Aber nicht nur auf der Oberfläche tragen die Eisriesen unablässig ihren Raub zu Thale, auch unter ihnen wird Felsschutt beständig in die Tiefe befördert. Diese am Grunde befindlichen Ablagerungen bilden die „Grundmoräne“. Sie ist für geologische Forschungen von gröfster Bedeutung. Denn überall, wo Trümmer von Grundmoränen unter der Diluvialdecke angetroffen werden, da kann man mit Sicherheit schliefsen, dafs die betreffenden Gegenden einst unter der Macht des Eises gestanden haben.

Die Unterfläche des Gletschers gleicht einem gewaltigen Schleifapparate, und der sich von den Steinen abreibende feine Schlamm dient als Polirmittel. Natürlich kommen dabei die Felsen des Ufers und Grundes nicht ohne Schrammen und Narben davon; das härteste Gestein wird spiegelblank, aber in die Politur reifsen dann wieder neue Furchen ein. Diese, durch die Wucht der Eismassen



Gletscherschrammen.

erzeugten Ritzen zeigen oft einen deutlich ausgeprägten Parallelismus, und es ist begreiflich, wie man aus demselben auf die ehemalige Bewegungsrichtung der Gletscher zurückschliefsen kann.

Aufser der Politur und der Schrammung ist aber noch eine andere Eigenthümlichkeit der von Gletschern bearbeiteten Felsoberflächen zu nennen, nämlich das Auftreten von eigenartigen Reliefformen, die bald in gröfserem, bald in kleinerem Mafsstabe ausgebildet sind. — In der Schweiz und an andern Orten, z. B. in der Umgebung von Leipzig, trifft man Berge mit sanften, welligen Umrissen vielfach an. Man nennt diese polirten, mit geraden Rillen versehenen Felsflächen „Rundhöcker“; ihre Gestaltung ist so bezeichnend, dafs man z. B. in der Umgebung von Meran, in Tyrol und im Engadin aus den Bergformen mit ziemlicher Sicherheit angeben kann, bis zu welcher Höhe sich einstmals die Eismassen erhoben haben.

Wo solche Spuren vorliegen, da weifs man, dafs Gletscher in Thätigkeit waren, und auf diesem Wege hat man nachweisen können, dafs die Schweiz und andere Länder einstmals von ungeheuren Eismassen bedeckt gewesen sind.

Dies führt mich nun unmittelbar zur kurzen Berührung jenes Zeitabschnittes im Erdenleben, den man mit dem Namen „Eiszeit“ benannt hat, weil ein grofser Theil der nördlichen Halbkugel damals unter einer mächtigen Eisdecke begraben lag, in ähnlicher Weise wie jetzt noch der Grönländische Kontinent unter einer solchen schlummert.

Die Ausgangspunkte der Vereisung waren die hohen Gebirge. Bis weit hinaus auf ihr Vorland ergossen die Alpen ihre Eisströme und um die skandinavische Halbinsel lagerte ein enormer Eisgürtel, der sich über das Becken der Ostsee hinaus bis an die Gehänge des mitteldeutschen Gebirges erstreckte, stellenweise 60, ja 100 m hoch den älteren Gesteinsboden unseres Heimathlandes überdeckend.

In dem engen Umkreis der Provinz Brandenburg, in Sachsen, Pommern und Mecklenburg, überall finden sich Spuren dieser einstigen Vereisung. Es ist das besondere Verdienst der Berliner Gelehrten, Prof. Berendt und Dr. Wahnschaffe, sowie des Mecklenburgischen Geologen Dr. Geinitz, über die Bedeutung der Eiszeit für die norddeutsche Tiefebene und die Einwirkungen der Gletscher auf die Gestaltung ihrer Oberfläche neues Licht verbreitet zu haben.

Dort, wo am wenigsten die durch nordische Eisströme herangewälzten Geröllmassen den älteren Gebirgskern überdecken konnten, im Zuge des Baltischen Höhenrückens, da haben diese Forscher die unzweideutigsten Spuren der Eiszeit gefunden. Nicht nur, dafs uns Rüdersdorf mit seinen geritzten und rundgeschliffenen Kalkplatten und Strudellöchern die einstige Anwesenheit der Gletscher verräth, die Findlingsblöcke bei Rixdorf und anderswo uns von ihrer schwedischen Heimath erzählen, — auch Grundmoränen hat unsere Mark am Fufse des Baltischen Höhenrückens dort aufzuweisen, wo die von Norden vordringenden Eisströme wegen der Hindernisse, welche die Berge ihnen stellten, sich ihrer Last entledigen mufsten.

Ich sagte, dafs die Findlingsblöcke auf dem Rücken der Gletscher aus Schweden und Finnland zu uns gekommen seien. Noch vor nicht langer Zeit hat man ihnen eine andere Deutung gegeben. Nach der Drifttheorie des bekannten englischen Geologen Lyell wären sie ein Raub der Polargegenden und, von schwimmenden Eisbergen getragen, über ein Urmeer zu uns gelangt in ähnlicher Weise, wie noch heute

die gewaltigsten Eisberge aus der Baffinsbai in die wärmeren Meere treiben und daselbst Schutt und Blöcke ablagern. So schildert es ja auch die reizende Humoreske „der erratische Block" aus Victor von Scheffels „Gaudeamus".

Allein alle Versuche, den Transport der Wanderblöcke durch furchtbare Ueberschwemmungen oder durch Eisberge eines ehemaligen Binnensees zu erklären, sind vollständig gescheitert. Die alte Drifttheorie hat man aufgeben müssen, seitdem es Prof. Torell und den genannten deutschen Forschern gelungen ist, ihre Herkunft durch die riesigen Inlandsgletscher zu erklären, welche von Skandinaviens Bergen und aus der Schweiz zu uns vordrangen.

Die formbildende Kraft der einstigen Gletscher hat sich neben der Ablagerung ungeheurer Schottermassen in der Bildung der ausgedehnten Seenplatten Pommerns, Mecklenburgs und Finnlands bethätigt. Es scheint wenigstens nicht blinder Zufall zu sein, dafs die Vertheilung der Landseen in Europa sowohl wie in Amerika mit solchen Gegenden zusammenfällt, wo sich noch andere deutliche Spuren von Erosionswirkungen des Inlandseises und seines Abschmelzwassers erkennen lassen. Viele dieser Seen sind wahrscheinlich durch Reste der Grundmoränen gebildet, während andere Felsbecken zu sein scheinen. Als ein ausgezeichnetes Beispiel eines durch die Endmoräne erzeugten Stausees kann man unter andern unsern märkischen Grimnitz-See bezeichnen, während der 22 m tiefer liegende Werbellin-See als die Auswaschungsfurche der vom Rande des Inlandsgletschers herabströmenden Schmelzwasser angesehen werden mufs. Auch dürfte die Fjordbildung an den Küsten Grönlands und Norwegens mit der ausnagenden Kraft der Gletscher in irgendwelcher Beziehung stehen.

Sind wir nun auch über den Herkunftsort der Gletscher kaum mehr im Unklaren, so bleibt doch die Ursache jener seit der Tertiärperiode unablässig erfolgenden klimatischen Wechsel noch völlig im Dunkeln. Wir wissen noch nicht, welche Umstände es waren, die Mitteleuropa seines einst tropischen Klimas beraubten, ihm eine Eiszeit gaben und es schliefslich mit einem gemäfsigten Klima ausstatteten.

Es ist eine gar gewaltige Fülle geistiger Kraft gerade auf dieses grofse Problem der geologischen Klimate verwandt worden, ohne dafs man zum gewünschten Ziele gelangt wäre. — Nicht nur, dafs man an übertrieben grofse Schwankungen der Erdpole, an eine früher weit bedeutendere Höhe der Alpen, an Veränderungen der Meeresströmungen und der Konfiguration der Kontinente oder an ganz lokale Wirkungen, wie gesteigerte Feuchtigkeit der Lufthülle und dergleichen mehr ge-

dacht hat, — man hat auch den Verlust der Eigenwärme unserer Erde, ja selbst die Sternenwärme des Weltenraumes und endlich die kleinen Excentrizitätsänderungen der Erdbahn in Verbindung mit dem Fortschreiten der Tag- und Nachtgleichen dafür verantwortlich machen wollen. Wo eine so grofse Menge von Erklärungsversuchen vorliegen, da kann man — wie immer in solchen Fällen — annehmen, dafs wir von der Erkenntnifs der wahren Ursachen noch weit entfernt sind.

Rechnet man aber mit Gründen der Wahrscheinlichkeit, beachtet man, dafs die Nachweise einer mehr als einmaligen, vermuthlich dreimal wiederholten Vergletscherung unserer Länder durch die geologische Forschung gesichert scheinen, so ist es wohl denkbar, dafs über Europa einst wiederum eine Eiszeit hereinbrechen kann. Ob dieselbe im Jahre 6498 ihren Höhepunkt erreichen wird, wie dies jüngst in einem öffentlichen Vortrage von Rudolph Falb[2]) auf Grund einer von dem Franzosen Adhémar und dem englischen Geologen James Croll herstammenden, keineswegs einwandsfreien, kosmischen Theorie behauptet wurde, das bleibe dahingestellt.

Trifft jedoch eine solche Periode grofser Wärmeschwankungen des Erdballs zu — welcher Art auch ihre Ursachen sein mögen —, so müfsten unsere Lande einstmals in den Zustand gelangen, in welchem der eisgepanzerte Grönländische Kontinent sich jetzt noch befindet.

Hier hat die Natur jeden Funken von Lebenskraft verloren, unablässig kämpft sie, um sich von dem starren Bande des ewigen Frostes zu befreien.

Und mit diesem Ausblick in eine noch fernliegende Zukunft möchte ich meinen Vortrag schliefsen. Er wird vielleicht gezeigt haben, dafs die Erscheinungen der Gletscherwelt nicht nur auf Gemüth und Sinn des Menschen belebend einwirken, sondern seinem Geiste auch Räthsel aufdrängen, Räthsel mancherlei Art, mit deren Lösung sich uns ein Blick in die Vergangenheit und Zukunft des Erdenlebens erschliefst.

---

[2]) „Kritische Tage, Sintfluth und Eiszeit.“





Die Bewohnbarkeit der Welten.

Von Dr. J. Scheiner,
Astronom am Königl. Observatorium zu Potsdam.

(Schlufs.)

Die Frage, ob Welten aufser unserer Erde, sofern sie bewohnbar sind, auch bewohnt sein werden, hängt eigentlich allein von der Frage ab, wie überhaupt das Leben auf die Erde gekommen ist. Es steht mit unumstöfslicher Gewifsheit fest, dafs es einmal eine Zeit gegeben, wo die Erde nicht bewohnbar in unserem Sinne war, es mufs daher das Leben einen Anfang genommen haben. Drei Wege giebt es nun, auf denen dies geschehen konnte, entweder durch einen Schöpfungsakt, wobei es für unsere Frage gleichgültig ist, ob derselbe gleich in vollkommener Weise, etwa so wie die Bibel lehrt, geschehen ist, oder ob sich derselbe nur auf die Schöpfung der niedrigsten Lebensgattungen beschränkt hat; oder durch die sogenannte Urzeugung, oder schliefslich durch Uebertragung aus dem Weltenraum, den man sich ebenso mit Lebenskeimen erfüllt denken könnte, wie mit Materie.

Vom philosophischen Standpunkte aus betrachtet, sind diese drei Möglichkeiten alle gleich berechtigt, die eine ist ebensowenig zu begreifen wie die andere, und eine direkte Beobachtung liegt ebenfalls bei keiner derselben vor.

Nehmen wir zunächst die erste Möglichkeit, einen Schöpfungsakt an, so steht derselbe aufserhalb der Naturgesetze als Willensäufserung eines höheren unbegreiflichen Wesens. In diesem Falle fehlt uns jegliches Urtheil über den Zweck, den der göttliche Wille im Auge hatte, ob nur ein einmaliger Schöpfungsakt für die Erde vorliegt, oder ob derselbe sich zuweilen oder stets erneuert, sobald die Bewohnbarkeit eines Himmelskörpers eintritt; wir können über alle diese Dinge keine Meinung haben, und es bleibt unsere ursprüngliche Frage also eine vollständig offene. Nach der streng biblischen Anschauung mufs die Erde und mit ihr der Mensch als der Endpunkt der Schöpfung gelten, und nach ihr ist demnach die Existenz anderer vernünftiger Wesen eigentlich ausgeschlossen.

Ganz anders liegt die Sache bei der zweiten Möglichkeit. Unter Urzeugung hat man in letzter Instanz die Entstehung eines Lebewesens der einfachsten Art aus den materiellen Theilchen sich vorzustellen, also die Uebertragung derjenigen Eigenschaften an eine organische Substanz, welche das Leben bedingen, und auf welche wir späterhin noch näher zurückkommen werden.

Die Erlangung dieser Eigenschaften kann auf zweierlei Weise erfolgen, durch eine Konjunktur günstiger Umstände oder durch ganz allmähliche Entwickelung, durch welche die jetzt bestehende Diskontinuität zwischen todter und belebter Materie durch einen kontinuirlichen Uebergang ohne Sprung überbrückt worden ist. Es möge beiläufig bemerkt werden, dafs die Annahme der zweiten Möglichkeit auf rein materialistischer Anschauung beruht. Unter dieser Annahme aber beantwortet sich unsere Frage vollständig anders. Sind die Verhältnisse auf unserer Erde geeignet gewesen, eine Urzeugung zu ermöglichen, so ist absolut kein Grund vorhanden, wefshalb auf ähnlich konstituirten Weltkörpern nicht das Gleiche geschehen sein sollte, und es folgt vielmehr mit Sicherheit, dafs alle ähnlich gebildeten Körper mit unseren Lebewesen ähnlichen Organismen versehen sein werden.

Zu demselben Schlusse führt die dritte Möglichkeit, welche gleichsam zwischen den beiden ersten, diametral auseinanderliegenden Annahmen liegt. Ebenso wie die Materie existirt, sie möge nun im Anfange erschaffen worden sein oder seit Ewigkeit bestehen, kann auch der Weltraum mit organisirter oder lebensfähiger Materie erfüllt sein, und zwar in etwa gleichförmiger Vertheilung, nicht bestimmt angewiesen auf einzelne Himmelskörper, da bei jedem derselben ein Anfang vorausgesetzt werden mufs. Diese lebensfähige Materie wird von der Oberfläche der Himmelskörper aufgefangen und entwickelt sich zu den Lebewesen, sofern sie die geeigneten Verhältnisse vorfindet. Es ist klar, dafs in diesem Falle nicht blofs die Wahrscheinlichkeit dafür ist, sondern dafs die unbedingte Nothwendigkeit vorliegt, dafs auf allen geeigneten Himmelskörpern organische Wesen existiren.

Die Entscheidung zwischen den drei Möglichkeiten möge dem Leser überlassen bleiben, die Wahl zwischen ihnen ist mehr Gemüths- oder Glaubenssache, und die Verneinung der ersten Möglichkeit z. B. würde dem einen als Unrecht erscheinen, während sie der andere als wohl berechtigte geistige Freiheit betrachtet. Wir wollen auf dem Standpunkte der Gleichberechtigung stehen bleiben, und ziehen wir

alsdann das Facit, so sehen wir, dafs von drei berechtigten Möglichkeiten zwei zur unbedingten Bejahung unserer Frage führen, während die eine dieselbe unentschieden läfst. Und nur das wollten wir mit unserer Argumentation erreichen, dafs es nämlich beträchtlich wahrscheinlicher ist, dafs bewohnbare Himmelskörper auch bewohnt sind, als dafs sie es nicht sind; denn nur hierdurch haben wir die Berechtigung erlangt, in unserem Thema weiter fortzufahren.

Wir haben bis hierher von Leben und belebter Materie gesprochen, was ist nun Leben und was ist belebte Materie? Unnützerweise sind im Laufe der Zeiten schon halbe Bibliotheken über diese Frage geschrieben worden, durchaus unnöthigerweise, denn wir können das Wesen des Lebens und der belebten Materie ebensowenig erfassen, wie z. B. dasjenige der Schwerkraft, die in ihren Aeusserungen doch aufserordentlich viel einfacher auftritt, als die sogenannte Lebenskraft.

Wir wissen nur, dafs die Lebenskraft auf unserer Erde an eine ganz bestimmte Form der Materie, an die organisirte Materie gebunden ist, und dafs sie mit der Vernichtung der letzteren als Lebenskraft aufhört, und, da eine Kraft nie verloren gehen kann, sich also in andere Kraftformen umsetzt. Für diese Betrachtungen ist es ganz gleichgültig, ob wir die Lebenskraft als eine besondere auffassen oder etwa nur als eine besondere Form einer bekannten Kraft, z. B. der Elektricität. Aus der innigen Verbindung von Lebenskraft mit der organisirten Materie folgt nun, dafs die Lebensäufserungen (Stoffwechsel, Wachsthum, Fortpflanzung etc.) nur unter solchen Bedingungen stattfinden können, unter denen die organisirte Materie bestehen kann, in allen anderen Fällen hören die Lebensäufserungen auf, es tritt entweder der Tod ein, oder die Lebenskraft bleibt latent, bis die äufseren Bedingungen wieder günstiger werden. Unsere Frage nach der Bewohnbarkeit der Himmelskörper spitzt sich also darauf zu, zu untersuchen, auf welchen Himmelskörpern die Verhältnisse so liegen, dafs organisirte Materie auf die Dauer bestehen kann. Wir müssen also erst die Bedingungen kennen lernen, unter denen dies geschieht, und dann erst können wir unsere astronomischen Hülfsmittel in Thätigkeit treten lassen, um zu erforschen, wie diese Bedingungen auf den anderen materiellen Dichtigkeitscentren des Weltalls vertreten sind.

Die Lebensbedingungen werden um so vielfältiger, je komplizirter die organische Materie aufgebaut ist, das Maximum der Forderung wird also bei den höheren Thieren und beim Menschen erreicht. Ganz bescheidener Weise genügt zur Fristung des menschlichen

Lebens Luft, Licht, Wasser, eine assimilirbare Nahrung und eine Temperatur zwischen 0 und etwa 40 Grad Celsius. Dafs aufserdem noch viele andere Dinge hinzukommen müssen, z. B. nach den Anschauungen vieler unserer jungen Leserinnen als unumgänglich nothwendige Lebensbedingungen noch Theater und Bälle, braucht ja nur angedeutet zu werden.

Je einfacher das Geschöpf, um so einfacher die Lebensbedingungen und um so gröfser im allgemeinen die Fähigkeit, ungünstige Bedingungen im lebenden Zustande zu überdauern.

Die in Höhlen und in bedeutender Meerestiefe lebenden Thiere und Pflanzen müssen des Lichtes entbehren, sie haben sich diesem Mangel angepafst und fühlen sich wohl dabei. Die Thiere bedürfen des Sauerstoffes in der Luft oder im Wasser, der Pflanze ist aufserdem für ihren Stoffwechsel ein schwacher Gehalt an Kohlensäure nothwendig; es giebt kleinste Lebewesen, für welche sogar der Sauerstoff giftig wirkt. Im allgemeinen können Temperaturen, die etwa 50 Grad überschreiten, nicht mehr ertragen werden.

Es hat dies seinen Grund in dem Umstande, dafs bei dieser Temperatur das Eiweifs, einer der wichtigsten Bestandtheile im thierischen Organismus, gerinnt, eine Folge dieser Erscheinung ist z. B. beim Menschen der Hitzschlag. Kleinere Geschöpfe können höhere Hitzegrade überstehen und halten sogar eine Temperatur von 100 Grad, die Siedetemperatur des Wassers, kürzere Zeit hindurch aus; auf die Dauer ist aber auch für solche Wesen ein Bestehen in dieser Temperatur nicht möglich. Ein für das organische Leben ganz unbedingt nothwendiger Bestandtheil ist das Wasser und zwar im flüssigen Zustande. Der Grund, weshalb unter 0 Grad ein Dauerleben nicht möglich ist, liegt eben darin, dafs das Wasser, welches jeder Organismus enthält, alsdann gefriert und damit die Beweglichkeit der Bestandtheile des Organismus aufhört. Der Wassermangel bringt aber nicht unbedingt den Tod mit sich, vielmehr können Pflanzen ein latentes Leben ohne Wasser sehr lange Zeit fortführen. Ein eklatantes Beispiel hierfür bieten die Körnerfrüchte, die getrocknet, Jahre hindurch ihre Keimfähigkeit ungeschmälert behalten. Maiskörner, die bei den egyptischen Mumien gefunden wurden, also schon Tausende von Jahren alt waren, keimten, in die Erde gelegt, wie frische Körner. Während also organisirte Materie in trockenem Zustande ihre Lebensfähigkeit allerdings sehr lange bewahren kann, hört doch während dieser Zeit jegliche Lebensäufserung auf; bleibt also der Wassermangel bestehen, so ist praktisch das Lebewesen als todt zu betrachten.

Bescheiden wir uns demnach auf die allereinfachste Form des Lebens, so sind hierzu drei Bedingungen als unumgänglich nothwendig zu erachten: Wasser, eine Atmosphäre, welche Sauerstoff oder Kohlensäure enthält, und eine Temperatur innerhalb der oben gegebenen Grenzen.

Nach diesen drei Punkten haben wir uns also auf den Himmelskörpern umzusehen, um beurtheilen zu können, ob ein einfaches organisches Leben nach unseren Begriffen möglich ist oder nicht. Auf die weitere Frage, ob dieses Leben in Formen existirt, die mit dem auf der Erde vergleichbar sind, ob es z. B. auch menschenähnliche Geschöpfe giebt, können wir natürlich nicht eingehen; denn die Bedingungen, unter denen sich gerade der Mensch entwickelt hat, sind ja so komplizirter Natur, daſs wir sie nicht einmal auf der Erde zu erkennen vermögen.

Die Hülfsmittel, welche die Astronomie besitzt, um Schlüsse auf die physikalische Konstitution der Himmelskörper zu ziehen, sind sehr mannigfaltiger Art; es können Erscheinungen hierzu verwendet werden, von denen man zunächst nicht erwarten sollte, daſs sie zu diesem Zwecke geeignet wären.

Die direkte Beobachtung im Fernrohr läſst auf dem Planeten die Oberflächengebilde und deren etwaige Veränderungen erkennen; diese letzteren lassen in den meisten Fällen schon ohne weiteres einen Schluſs auf das Vorhandensein einer Atmosphäre zu. Denselben Zweck erfüllen die Beobachtungen von Sternbedeckungen durch den Mond oder durch Planeten; hier läſst sich aus der beobachteten Zeit, zu welcher ein Stern hinter einem Körper unseres Planetensystems verschwindet oder auftaucht, rückwärts errechnen, ob das bedeckende Gestirn mit einer lichtbrechenden Gashülle umgeben ist. Die theoretische Astronomie lehrt die Entfernungen der Planeten von der Sonne kennen, die Physik lehrt weiter, welche relativen Beträge der Sonnenbestrahlung den einzelnen Planeten gemäſs ihrer Entfernung von der Sonne zukommen, in Verbindung hiermit geben Umlaufszeit und Neigung der Rotationsaxe sogar Aufschluſs über das Verhältniſs der Jahreszeiten.

Die Photometrie zeigt uns, welches Quantum der von der Sonne gelieferten Strahlung von der Planetenoberfläche reflektirt wird, und liefert damit Andeutungen über gewisse Eigenschaften der Planetenoberfläche, durch welche z. B. mit groſser Sicherheit entschieden werden kann, ob das Licht von einer rauhen Oberfläche, etwa wie die der Erde, zurückgeworfen wird, oder ob die Strahlung gar nicht bis zu

dieser Tiefe hineindringt, sondern von Wolkenschichten in den oberen Theilen der Atmosphäre bereits zurückgeworfen wird.

Das wichtigste Hülfsmittel bietet bekanntlich die Spektralanalyse, sie führt dem geistigen Auge gleichsam die Himmelskörper vor, wie das Mikroskop dem wirklichen die Wunderwelt des Kleinsten enthüllt. Die Lichtstrahlen sind die Boten, die, nachdem sie das Spektroskop passirt haben, uns Kunde bringen von den fernsten Welten, und uns erzählen von der Gluthhitze der Fixsterne, von den Metallen, die in deren Atmosphäre zu Dampf verflüchtigt sind, von der ohne Vorstellung niedrigen Temperatur der Nebelflecke, von den Gasen, welche die Planeten umhüllen.

Doch wir wollen hier kein Loblied der Spektralanalyse singen, wir wollen jetzt nur kurz die trockenen Thatsachen berichten, welche wir von der physischen Beschaffenheit der Himmelskörper wissen, und wollen nur andeuten, dafs wir den gröfsten Theil dieser Kenntnisse dem Spektroskope verdanken.

Unsere Leserinnen werden gewifs nichts dagegen einzuwenden haben, wenn wir uns zunächst mit dem Monde beschäftigen, dem Beichtvater aller glücklich und unglücklich Liebenden. Das, was wir jetzt von ihm wissen wollen, ist eigentlich mit einem einzigen Satze abgemacht: Er besitzt keine Atmosphäre, Wasser hat er auch nicht, und die Temperatur auf seiner Oberfläche wird sich innerhalb Grenzen von mehr als 200 Grad Celsius bewegen. Von unseren drei Bedingungen ist also keine einzige erfüllt, mithin kann auf ihm ein organisches Leben nicht existiren. Es ist nun interessant zu verfolgen, wie auf dem Monde das Aufhören der einen Lebensbedingung auch dasjenige der beiden übrigen nach sich gezogen hat. Es liegt kein Grund vor, daran zu zweifeln, dafs der Mond einmal eine Atmosphäre besessen hat, nach Analogie der Planeten ist dies sogar als ganz sicher zu betrachten. Die geringe Masse unseres Satelliten, die einerseits die Ursache seiner rascheren Abkühlung gewesen ist, hat andererseits auch im Gefolge gehabt, dafs seine von Anfang an vielleicht weniger dichte Atmosphäre sich allmählich in dem Weltraum verloren hat.

Je geringer aber der Luftdruck ist, um so leichter verdunstet das Wasser, und so ist auch dieses gleichzeitig mit der Atmosphäre verschwunden. Der vollständige Mangel der letzteren bedingt nun ferner den Umstand, dafs die Sonnenstrahlung ungehindert bis zur Oberfläche vordringen kann und dieselbe während des 14×24 Stunden langen Mondtages bis zu einem hohen Grade erhitzen wird. Während der ebenso langen Nächte findet eine ungehinderte Ausstrahlung in den

Weltraum statt, und die Oberfläche wird sich bis zu einer Temperatur abkühlen, die von dem absoluten Nullpunkte, der sogenannten Temperatur des Alls, nicht sehr verschieden sein kann. Dieser Vorgang gestattet einen Rückschlufs auf das Schicksal, dem unsere Erde entgegeneilt, und dem sie nicht wird entrinnen können. Auch unsere Erde wird allmählich ein steriler Körper werden, unfähig organisches Leben zu beherbergen, eine öde Grabstätte der vom menschlichen Geiste geschaffenen Kultur. So wie das einzelne Individuum vergeht, wird auch das ganze menschliche Geschlecht einst vergehen; der Tod behält auf einem begrenzten Gebiete schliefslich stets die Herrschaft, auf anderen wird dafür neues Leben erblühen, aber eins dem anderen unbekannt; und wenn es hoch kommt, wird vielleicht einmal auf einem anderen Planeten unseres Sonnensystems ein populärer Aufsatz geschrieben über die Frage, ob wohl die Erde noch bewohnbar sei.

Unsere Kenntnisse über die physische Konstitution des Merkur sind sehr gering. Es scheint so, als wenn er von einer nur wenig dichten Atmosphäre umgeben sei, in welcher Wasserdampf enthalten ist. Da auf Merkur die Sonnenbestrahlung etwa siebenmal intensiver ist, als bei uns, so wird unsere früher gegebene Temperaturgrenze jedenfalls beträchtlich nach oben hin überschritten sein, Wasser wird voraussichtlich nur in dampfförmigem Zustande existiren können. Wenn hiernach die Möglichkeit organischen Lebens nur sehr gering ist, so ändert sich aber die Sachlage sehr durch die neueste Entdeckung Schiaparellis, nach welcher die Rotationsdauer Merkurs gleich seiner Umlaufszeit ist, so dafs also Merkur der Sonne immer dieselbe Seite zuwendet, wie der Mond der Erde. Auf dieser Seite wird natürlich die Temperatur sich auf einer ganz enormen Höhe befinden, während auf der entgegengesetzten die empfindlichste Kälte herrschen mufs. Zwischen beiden Extremen mufs sich aber eine schmale Uebergangszone befinden, innerhalb welcher möglicherweise unsere drei Bedingungen erfüllt sein könnten, so dafs wir also für Merkur eine beschränkte Bewohnbarkeit für zulässig erachten dürfen.

Auch auf Venus ist die Intensität der Sonnenwärme noch eine recht beträchtliche, und in der heifsen Zone für uns jedenfalls unerträglich. Dafür ist aber dieser Planet mit einer mächtigen Atmosphäre umgeben, die, da sie Wasserdampf enthält, unzweifelhaft auf die Existenz von Wasser auf der Venus zurückschliefsen läfst. Die oberen Theile der Atmosphäre sind mit einer dichten Wolkenschicht erfüllt, die unserem Blick wohl niemals bis zur eigentlichen Oberfläche einzudringen gestattet, ebensowenig aber auch den Sonnen-

strahlen. Bedeutend mehr als die Hälfte der Sonnenstrahlen wird von dieser Schicht zurückgeworfen und man kann daher annehmen, dafs im allgemeinen auf der Oberfläche dieses Planeten die obere Grenze der zulässigen Temperatur nicht überschritten ist. Aufserdem sind, wie schon gesagt, Wasser und Atmosphäre vorhanden, wir haben mithin keinen Grund, an der Bewohnbarkeit der Venus zu zweifeln.

In betreff des Planeten Mars, mit welchem wir die Reihe der äufseren Planeten beginnen, gelangen wir zu einem noch günstigeren Resultate. Auf ihm ist eine deutliche Scheidung der Oberflächenfiguration in Land und Wasser zu erkennen, seine Atmosphäre besitzt Eigenschaften, die in vollständigem Einklange mit denjenigen unserer eigenen stehen, in ihr ist nicht blofs Wasserdampf mit Sicherheit nachzuweisen, sondern die spektroskopischen Untersuchungen führen auch zu dem Schlusse, dafs die Hauptbestandtheile seiner Atmosphäre denjenigen der Erdatmosphäre ähnlich sind, dafs also Sauerstoff und Stickstoff vorhanden sind. Wolkenzüge entziehen die Oberfläche bald unseren Blicken, bald schwinden sie, um an anderen Stellen wieder aufzutauchen. Seine Pole starren von Eis und Schnee, wechselnd in der Ausdehnung der weifsen Gebiete mit den Jahreszeiten. Neben vielen räthselhaften Erscheinungen — wir brauchen hier nur an die Marskanäle und ihre Verdoppelung zu erinnern — sind noch manche meteorologischen Phänomene auf Mars zu beobachten, die in unserer Atmosphäre zu den bekannten gehören. Wenn auch die Temperatur auf Mars, entsprechend seiner gröfseren Entfernung von der Sonne eine merklich niedrigere sein wird, als auf der Erde, so ist dieser Unterschied doch nicht so beträchtlich, dafs nicht in der heifsen und gemäfsigten Zone daselbst organische Materie dauernd bestehen könnte. Die heifse Zone auf Mars wird in ihrem Klima etwa derjenigen der gemäfsigten bei uns entsprechen; wir können schliefslich mit vollster Ueberzeugung den Satz aufstellen, dafs Mars für die organisirte Materie, wie sie auf der Erde existirt, einen durchaus geeigneten Aufenthaltsort bietet.

Mit den Planeten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun betreten wir ein Gebiet, in dem neue Schwierigkeiten entstehen. Atmosphären besitzen diese Himmelskörper alle, sogar sehr mächtige, in welchen sich, wie z. B. auf Jupiter bedeutende Umwälzungen und Katastrophen beobachten lassen, auch Wasserdampf ist in ihnen enthalten, aufserdem aber noch ein unbekannter Stoff, der sich durch starke Absorption gewisser rother Strahlen dokumentirt. Dieses Gas ist auf Jupiter in verhältnifsmäfsig geringer Mächtigkeit vorhanden, beträchtlich mehr dagegen auf Saturn und auf Uranus. Auf letzterem Körper scheint die Atmosphäre überhaupt, mit Ausnahme des in ihr befindlichen

Wasserdampfes, keine Aehnlichkeit mehr mit der unsrigen zu besitzen, starke Absorptionsstreifen, deren Ursache uns noch gänzlich unbekannt ist, durchziehen die weniger brechbaren Theile des Spektrums. Da wir gesehen haben, dafs nicht Sauerstoff unbedingtes Erfordernifs für organisches Leben ist, so mag die einfache Thatsache, dafs überhaupt Atmosphären auf den äufseren Planeten existiren, uns genügen, um unsere erste Bedingung als erfüllt zu betrachten. Die Anwesenheit von Wasserdampf in den Atmosphären deutet auf die Existenz von Wasser, und somit ist auch der zweiten Bedingung Genüge geschehen. Was unsere dritte Forderung angeht, so mag dieselbe auf Jupiter noch erfüllt sein, wenigstens in den äquatorealen Theilen desselben, besonders, wenn man bedenkt, dafs infolge der sehr dichten, mit Wolkenschichten erfüllten Atmosphäre, die Ausstrahlung der Wärme in den Raum sehr erschwert wird. Je weiter wir uns von der Sonne entfernen, um so bedenklicher wird es aber in dieser Beziehung, und während man in betreff Saturns noch zweifelhaft sein könnte, bleibt es keine Frage, dafs auf Uranus und Neptun die Sonnenbestrahlung nicht mehr ausreicht, eine dauernde Existenz organisirter Materie zu ermöglichen.

Es kommt nun aber ein Umstand hinzu, der bei den Planeten von Jupiter an alle unsere Berechnungen über den Haufen werfen kann. Es sprechen gewisse Beobachtungen dafür, dafs z. B. Jupiter überhaupt noch nicht erkaltet ist, dafs sein eigentlicher Kern, noch feurig flüssig oder gar dampfförmig, nicht mit einer erkalteten Kruste umgeben ist, auf welcher sich Leben ansiedeln könnte. Für diese Annahme ist aufser direkten und spektroskopisch beobachteten Erscheinungen auch das sehr geringe spezifische Gewicht dieser Planeten mafsgebend — Saturn hat etwa dasselbe spezifische Gewicht wie Kork. Gerade dieser Umstand verursacht die gröfsten Schwierigkeiten, sich eine richtige Anschauung von der Konstitution dieser Planeten zu machen. Andererseits ist es denkbar, dafs sich einer der äufsersten Planeten, wir wollen z. B. einmal Uranus nehmen, so weit bereits abgekühlt hat, dafs er eine wenigstens flüssige Oberfläche besitzt, welche aber durch Wärmeleitung aus dem Innern während einer gewissen Periode auf einer für Lebewesen geeigneten Temperatur erhalten wird, während die Sonnenstrahlung hierfür nicht mehr ausgereicht hätte.

Gewifs wird der Leser den Eindruck gewinnen, dafs wir uns hier bereits vollständig auf dem Gebiete vager Hypothesen befinden, im Gegensatze zu den Ergebnissen, welche die Astronomie in betreff unserer Frage für die vorher besprochenen Planeten geliefert hatte.

Fassen wir das bisherige noch einmal kurz zusammen, so sind wir zu folgenden Schlüssen gelangt: Auf dem Mond kann organisirte Materie nicht existiren; es ist denkbar, dafs auf einer kleinen Zone Merkurs Lebewesen vorhanden sein können; die Oberfläche der Venus ist ihren gröfseren Theilen nach sehr wahrscheinlich bewohnbar. Mars ist mit Sicherheit bewohnbar, vielleicht sogar in dem Mafse, dafs gewisse Arten unserer Pflanzen oder Thiere auf ihn versetzt, dort ohne weiteres leben könnten. Für alle übrigen Planeten ist die Möglichkeit einer Bewohnbarkeit nicht ganz ausgeschlossen, die Existenz von Lebewesen auf ihnen ist aber höchst unwahrscheinlich. Fügen wir nun noch der Vollständigkeit halber hinzu, dafs auf der in höchster Gluthhitze befindlichen Sonne und auf den unzähligen anderen Sonnen oder Fixsternen, welche uns das Teleskop enthüllt, organische Materie selbstverständlich nicht existiren kann, so sind wir zunächst zu dem Schlusse gelangt, dafs von den vielen Millionen uns sichtbaren Sternen des Weltalls nur zwei oder drei mit einiger Sicherheit als nach unseren Begriffen bewohnbar zu bezeichnen sind. Dies scheint ein sehr trauriges Resultat, bei welchem uns das frostige Gefühl der Einsamkeit im unendlichen All mit Macht erfafst.

Wir haben in dem ersten Theile unseres Aufsatzes gesehen, wie die Spekulationen früherer Forscher über die Bewohnbarkeit der Planeten im wesentlichen nicht nur auf die Frage hinausliefen, ob der betreffende Planet überhaupt bewohnbar sei, sondern auch das viel weiter gehende Ziel im Auge hatten, welche Eigenschaften die dortigen Lebewesen besitzen. Dieser Frage noch näher zu treten, dürfte, wie bereits bemerkt, wohl niemand, der unseren Argumentationen aufmerksam gefolgt ist, verlangen. Nur mit Mühe haben wir es erreicht, etwas Positives in betreff der Bewohnbarkeit überhaupt zu erhalten, wenn wir diese Bewohnbarkeit nur auf die organisirte Materie in ihrer einfachsten Form beziehen. Die Anzahl der Formen, in welchen auf unserer Erde die organisirte Materie auftritt, ist eine so überwältigend grofse, dafs wir diesem Reichthum nur mit Staunen gegenüber stehen können, und dieser Eindruck mufs noch vermehrt werden, wenn wir bedenken, dafs hiermit die möglichen Formen durchaus nicht erschöpft sind, sondern dafs wir nur diejenigen kennen lernen, welche, den auf der Erde vorhandenen Bedingungen entsprechend, sich während langer Zeit halten können, und sich derselben angepafst haben. Wir werden nicht viel übertreiben, wenn wir behaupten, dafs es für die Natur keine begrenzte Zahl von verschiedenen Formen, in denen sie das Leben beherbergen kann, giebt, und diese Erkenntnifs ist eine sehr tröstende für denjenigen, der gern vernünftige oder

weiter entwickelte Wesen auf den fernen Welten haben möchte. Diese Erkenntnifs lehrt uns, dafs, sofern nur die ersten Anfänge des Lebens gegeben sind, auch die Möglichkeit einer vollkommenen Entwickelung vorliegt, dafs es für noch so verschiedene äufsere Umstände der Natur nicht an der Mannigfaltigkeit der Formen mangelt, für welche diese Umstände schliefslich sogar zu Lebensbedingungen werden.

So sind wir also zu der Hoffnung berechtigt, dafs z. B. auf Mars Lebewesen existiren, bei welchen nicht mehr blofs die vegetativen Lebensäufserungen vorliegen, sondern die auch höhere Ziele und Zwecke kennen. Mehr aber können wir nicht zugestehen, wir sind nur zu dieser Hoffnung berechtigt, zu einem Glauben schon nicht mehr.

Auf die Gefahr hin, uns ein ähnliches Urtheil zuzuziehen, wie wir bereits über andere Autoren im ersten Theile gefällt haben, möchten wir nun den Leser einladen, uns noch eine kleine Strecke auf das Gebiet der Spekulation und Hypothesenbereitung zu folgen.

Wir haben bisher unter organisirter Materie jenes seltsame Etwas verstanden, welches als wesentlichsten chemischen Bestandtheil die Kohle enthält in Verbindung mit Wasserstoff, Stickstoff und anderen Elementen. Der Kohlenstoff ist hierbei das unumgänglich nothwendige, und man bezeichnet ja daher auch die organische Chemie als die Chemie des Kohlenstoffs. Wir kennen bisher kein einziges anderes Element, auf welches sich ein einigermafsen ähnlich umfangreiches Verbindungsgebiet aufbauen liefse; die Möglichkeit eines solchen läfst sich aber nicht bestreiten. Während nun auf der Erde alles Leben an die Kohlenverbindungen geknüpft ist, ist es denkbar, dafs sich unter gänzlich anderen Umständen ein anderes Element in seinen Verbindungen als Träger des Lebens fähig erweist, in Verbindungen, die vielleicht eine gröfsere Hitze ohne Zersetzung oder eine gröfsere Kälte ohne Erstarrung aushalten. Vor einer Reihe von Jahren glaubte man bereits etwas derartigem auf der Spur zu sein. Silicium ist dasjenige Element, welches die gröfste chemische Aehnlichkeit mit der Kohle besitzt, dasselbe kommt auf der Erde in Verbindung mit Sauerstoff — als Kieselsäure — in ungeheurer Menge vor, und seine sämtlichen Verbindungen haben ganz charakteristische gemeinschaftliche Eigenschaften. Wie sich nun in der organischen Materie jegliches Wesen aus der Zelle aufbaut, durch Theilung und Aneinanderreihung, so läfst sich mit vielen Kieselsäure-Verbindungen eine „Zelle“ herstellen, aus welcher sich vor unserem Auge durch Wachsthum ein pflanzenähnliches Gebilde entwickelt. Dies leicht anzustellende Experiment wird vielleicht manchem der Leser noch unbekannt sein, und wir wollen deshalb etwas näher darauf eingehen.

Die meisten Verbindungen der Kieselsäure mit Metallen sind in Wasser unlöslich, nur wenige, unter ihnen besonders eine solche mit Kalium, existiren in löslicher Form, die letztere bekannt als sogenanntes Wasserglas. Bringt man in eine solche Lösung nun ein Theilchen eines löslichen Metallsatzes, z. B. Kupferchlorid, Silbernitrat etc., so findet eine Umsetzung statt, indem sich z. B. aus Kupferchlorid ein unlösliches Kupfersilicat und lösliches Chlorkalium bildet. Es findet hierbei aber ein ganz eigenthümlicher Vorgang statt. Im Momente, wo sich die ersten Spuren des Metallsalzes auflösen, geht die obige Umsetzung bereits vor sich, und das Theilchen des Salzes umzieht sich hierdurch mit einem äufserst dünnen Häutchen des unlöslichen Silicats. Durch dieses dünne Häutchen tauschen sich nun die Flüssigkeiten gegenseitig aus, ein Vorgang (Endosmose), der auch im Thier- und Pflanzenleben eine grofse Rolle spielt, und der hier in dem Sinne vor sich geht, dafs mehr Flüssigkeit in das Innere des Häutchens unserer primären „Siliciumzelle" eindringt, als heraustritt. Hierdurch vermehrt sich der Druck im Innern, bis derselbe schliefslich so stark wird, dafs das Häutchen an irgend einer Stelle reifst, und ein Tröpfchen Flüssigkeit — also Lösung des Metallsalzes — ausläuft. Dieses Tröpfchen umgiebt sich infolge der eintretenden chemischen Umsetzung sofort wieder mit einer neuen Haut, und nun wiederholt sich der Prozefs des Zerreifsens und Neubildens so lange, bis die vollständige Umsetzung des vorhandenen Vorraths des Metallsalzes im Innern des Häutchens erfolgt ist.

So sehen wir nun vor unseren Augen in wenigen Minuten ein wunderbares schlauchartiges Gebilde entstehen, welches ohne weiteres für eine niedrige Pflanzenart gehalten werden könnte. Das Aufbrechen des Häutchens erfolgt stets in dem neugebildeten Theile, weil das sich allmählich verstärkende Häutchen hier noch am dünnsten ist; es ist dies meist der obere Theil, so dafs auch hierin eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Wachsthum eines Pflanzenkeimlings liegt. Je nach der Art des Metallsalzes ist die Färbung der Zellen verschieden, auch ein Einflufs desselben auf die entstehenden Formen läfst sich nicht verkennen. Durch gleichzeitiges Hineinwerfen verschiedener Metallsalze läfst sich ein bunter Garten in einem kleinen Glasgefäfse erzeugen.

Wenn wir auch weit davon entfernt sind, unter diesem Experimente irgend etwas anderes als eine rein äufserliche Aehnlichkeit mit Vorgängen innerhalb der organisirten Materie zu finden, so giebt dasselbe doch zu weiteren Gedanken Veranlassung, so lange man über das eigentliche Wesen der belebten Materie noch gar nichts weifs.

Von einem bewufsten Leben ist auch bei den Pflanzen und niedrigsten Thiergattungen keine Rede. Ein Wachsen ist ihnen und

unseren Siliciumwesen gemeinsam, ebenso das wesentliche Eingreifen chemischer Vorgänge; dieses Wachsen hört bei beiden auf, sobald Nahrungsmangel eintritt, sobald also in der Siliciumzelle der Vorrath des Metallsalzes erschöpft ist, und noch weiter lassen sich die Aehnlichkeiten beider Zellarten verfolgen. „Aber“, wird jeder sagen, „im Grunde herrscht doch ein ganz ungeheurer Unterschied, in einem Falle existirt wirkliches Leben, welches wir nicht weiter erklären können, im anderen findet nichts weiter statt, als ein einfacher chemisch-physikalischer Vorgang, der bis in alle Einzelheiten völlig erkannt und durchschaut ist.“ Sollte uns aber nicht hierbei der Gedanke stutzig machen, dafs noch vor wenigen hundert Jahren der Menschheit dieses Experiment genau ein solches Räthsel gewesen wäre, wie uns heute das Leben selbst, ja dafs wahrscheinlich damals niemand daran gezweifelt haben würde, hierbei nur das Wachsen einer seltsamen Pflanze zu beobachten? Würde man also damals die Siliciumzelle nicht auch als organische Zelle betrachtet haben, und was folgt dann weiter daraus? Nichts anderes als dafs schliefslich der Begriff der lebenden Materie doch nur ein relativer ist, der sich mit unseren Kenntnissen ändert, und ferner, dafs es ein Unding sein würde, falls wir nun etwa noch versuchen wollten, irgendwie Hypothesen darüber aufzustellen, wie wir uns eine andere als unsere kohlehaltige organisirte Materie vorstellen sollen. Wir wollen nun wieder zum Ausgangspunkt unserer Spekulation zurückkehren, dafs eine derartige Materie denkbar ist, und dafs sich damit für ein phantasievolles Gemüth die Aussicht eröffnet, auch andere von uns vorhin ausgeschlossene Himmelskörper mit einem unfafsbaren Leben zu bevölkern.

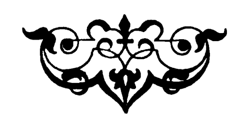
Sehen wir aber hiervon ab, so ist also unser Facit das schon vorhin von uns erwähnte etwas traurige, dafs von allen Himmelskörpern, welche wir sehen können, nur zwei oder drei mit einiger Wahrscheinlichkeit für unser organisches Leben bewohnbar sind. Gegen dieses Ergebnifs läfst sich entschieden nichts sagen, so lange wir uns an den Wortlaut desselben halten, und wir wollen defshalb nun darauf aufmerksam machen, dafs hier alles auf die kleine Einschränkung ankommt, „welche wir sehen können“.

Es kommen also nun noch diejenigen Himmelskörper hinzu, die wir nicht sehen können, und von denen wissen wir natürlich noch sehr viel weniger — eigentlich gar nichts — als von den anderen, und also wird bei denen unsere Ausbeute auch nur eine wenig werthvolle sein, — so wird vielleicht mancher vorschnell denken. Hier stofsen wir auf ein eigenthümliches Paradoxon; von den unsichtbaren Weltkörpern wissen wir gar nichts, da sie sich uns in keiner Weise

äufsern können, und doch wissen wir für unseren Zweck viel mehr von ihnen, als von den anderen; hier tritt eben die Mathematik helfend ein, und wir gelangen mit Hülfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung zu sehr sicheren Resultaten, und zwar folgendermafsen.

Unsere Sonne hat sich, abgesehen von den Asteroiden, mit einem Hofstaate von acht Planeten umgeben, die sich infolge ihrer Entfernung vom Centralkörper in den verschiedensten Temperaturverhältnissen befinden. Von diesen acht Planeten ist einer, die Erde mit Sicherheit bewohnt, für zwei andere ist ihre Bewohnbarkeit wahrscheinlich. Aus dem Umstande nun, dafs die Sonne nicht einen Planeten, sondern deren acht erzeugt hat, ist zu schliefsen, dafs die Wahrscheinlichkeit, dafs die anderen Sonnen oder Fixsterne ebenfalls einen oder mehrere Planeten hervorgebracht haben, eine sehr bedeutende ist, und dafs es nur wenige sein werden, bei denen dies nicht der Fall ist. Ebenso ist anzunehmen, dafs sich unter diesen hypothetischen Planeten der Fixsterne einige finden werden, welche sich in derartigem Entwickelungszustande und in einer solchen Entfernung vom Centralkörper befinden, dafs organisches Leben auf ihnen möglich ist.

Nun wollen wir einmal mit Zahlen rechnen, die alle so niedrig gegriffen werden sollen, dafs wir entschieden zu kleine Werthe erhalten. Die Anzahl der Fixsterne, welche ein Fernrohr mittlerer Gröfse zeigt, beträgt etwa 10 Millionen; nehmen wir nun an, dafs im Durchschnitt jeder Fixstern nur einen Planeten besäfse, so erhalten wir die stattliche Anzahl von 10 Millionen Planeten; bei uns sind zwar von 8 Planeten drei mit ziemlicher Sicherheit bewohnbar, wir wollen aber annehmen, im Weltall ermäfsige sich dies Verhältnifs auf eins vom Hundert, es folgen alsdann immer noch hunderttausend bewohnbare Himmelskörper! Diese sicherlich viel zu kleine Zahl nimmt sich nun etwas anders aus, als unsere drei bewohnbaren Welten unter allen sichtbaren; jetzt erscheint das Weltall nicht mehr so verödet als vordem, und nun dürfen wir auch der Phantasie kühn die Zügel schiefsen lassen und können uns einerseits die abenteuerlichsten Lebensformen ausdenken, welche unter den wechselnden Bedingungen der fernen Fixsternplaneten erstehen mögen, andererseits aber sind wir auch berechtigt, Lebewesen anzunehmen, welche uns verstandesschwachen Erdenbewohnern weit voraus sind, und denen unsere höchsten Probleme als selbstverständliche Wahrheiten erscheinen.





Das Zonen-Unternehmen der astronomischen Gesellschaft.

Ein sehr grofser Theil der Kenntnifs dessen, was wir vom Sternhimmel wissen, ist in den „Sternkatalogen" enthalten. Diese Bücher, deren wir auf jeder ordentlichen Sternwarte eine recht ansehnliche Zahl vorfinden, geben in einer Reihe von Kolumnen die Helligkeit der Sterne an, bis zu einer bestimmten Gröfsenklasse herab, ferner die Rektaszension und Deklination der einzelnen Sterne, bezogen auf eine dem ganzen Kataloge gemeinsame Epoche, und gewisse Zahlen, mit deren Hülfe man die Rektaszension und Deklination eines jeden Sterns für eine beliebig gegebene Zeit ermitteln und danach am Instrumente den Stern aufsuchen kann. Aus vielfachen Gründen ist es dem praktischen Astronomen sehr wichtig, die Positionen der Sterne, nämlich ihre durch Rektaszension und Deklination am Himmel festbestimmten Oerter, durch welche die Sterne für jede Zeit auffindbar werden, möglichst zu vermehren und den Sternkatalogen so die weiteste Ausdehnung zu verschaffen. Dieses Ziel läfst sich selbstverständlich nur durch genaue Messungen, zu denen wieder genaue Instrumente gehören, allmählich und, bei der überaus grofsen Zahl der Sterne, nur unter einem aufserordentlich grofsen Aufwande von Beharrlichkeit und Arbeitskraft erreichen. Es ist erst der Gegenwart gelungen, durch genaue Messungen das Sternenheer der nördlichen Himmelshalbkugel bis zu einer bestimmten Helligkeitsgrenze herab, nämlich bis zu Sternen 9. Gröfse, in Kataloge einzureihen und hierdurch seiner praktischen Verwendbarkeit bei den verschiedenartigsten astronomischen Beobachtungen zuzuführen.

Zu Anfang unseres Jahrhunderts war die Kenntnifs von Sternpositionen noch sehr lückenhaft. Aufser der berühmten Histoire céleste française[1]) besafs man nur einige verläfsliche Sternverzeichnisse, die den Astronomen bei ihren Beobachtungen zu Hülfe kommen

[1]) Dieser Sternkatalog enthält 47000 Sterne; er wurde 1801 durch Lalande veröffentlicht, die ihm zu Grunde liegenden Beobachtungen haben 1778 in Paris begonnen.

konnten. Der für die Astronomie in so vielfältig bahnbrechender Weise thätige Bessel äufserte sich zuerst über die Nothwendigkeit, für den weiteren Fortschritt der beobachtenden Astronomie ein ausreichendes Fundament durch genaue Ortsbestimmung der Sterne, und zwar mindestens jener bis zur neunten Gröfsenklasse, zu schaffen. „Wenn dieser Plan (sagt er) ausgeführt wäre, würde es nie an vortheilhaften Vergleichpunkten für Kometen und Planeten fehlen,[2]) eine einzige Vergleichung einer Stelle des Himmels und der ihr entsprechenden einer Karte würde jeden fremdartigen Gegenstand verrathen und ohne Zweifel noch manchen neuen Planeten aus der Verborgenheit hervorziehen; auch hat die vollständige Kenntnifs des Sternhimmels ein für sich bestehendes Interesse, welches, mir wenigstens, so grofs erscheint, dafs es durch Aufzählung anderer daraus hervorgehender wissenschaftlicher Vortheile nicht verstärkt zu werden braucht.“ Bessel zeigte zugleich die Möglichkeit der Durchführbarkeit dieses grofsen Planes, indem er mit dem Königsberger Meridiankreise die Positionen der Sterne zwischen 15 Grad südlicher Deklination bis 45 Grad nördlicher Deklination vermafs. Diese Arbeit war im Jahre 1831, nach 11 jähriger Thätigkeit, beendet und lieferte 75011 Beobachtungen. Bessel hatte auf seinem Programm das zu vermessende Feld des Himmels nach der Deklination in Zonen abgetheilt und beobachtete unter Zuhülfenahme einiger besonderer Einrichtungen des Instrumentes die in einem solch schmalen Streifen nach einander auftretenden Sterne und erhielt, indem er so von Zone zu Zone fortschritt, schliefslich den Sternreichthum innerhalb jener Grenzen, die er von Anfang an einzuhalten beabsichtigte. Schon 1825, als Bessel die Oerter von 32000 Sternen bis zu 15 Grad nördlicher Deklination gewonnen hatte, schlug er der Berliner Akademie der Wissenschaften die Konstruktion und Herausgabe einer Serie von Sternkarten vor; auf diesen Karten sollten die durch Meridianbeobachtungen erhaltenen Sternpositionen als Grundlage angenommen und die zwischenliegenden Sterne durch Schätzungen eingetragen werden. Diese mühselige Arbeit, an welcher sich D'Arrest, Luther, Argelander, Harding,

[2]) Es mufs hier in Erinnerung gebracht werden, dafs man die Positionen von Kometen und Planeten hauptsächlich in der Weise ermittelt, dafs die Abstände dieser Gestirne von in ihrer Nähe befindlichen Sternen (Vergleichsternen) gemessen werden; um also die Positionen der Kometen und Planeten angeben zu können, bedarf man der Positionen jener Sterne. Die Astronomen der älteren Zeit fanden in den damaligen Sternkatalogen viel zu wenig Vergleichsterne vor, die sie mit den zu beobachtenden Objekten bequem hätten verbinden können.

Wolfers und viele andere betheiligten, kam nach vielen Hindernissen und Schwierigkeiten 1859 zum Abschlufs. In demselben Jahre beendete auch Argelander in Bonn eine siebenjährige, im Verein mit einigen anderen Astronomen unternommene, bis dahin ohne Beispiel dastehende Messungsarbeit. Sie ist als „Bonner Durchmusterung" jedem Astronomen wohlbekannt und für letzteren ein unentbehrliches Hülfsmittel beim Beobachten. Die Bonner Durchmusterung verfolgt den Zweck, namentlich die Aufsuchung von Vergleichsternen zu erleichtern; hierzu genügen die genäherten Positionen derselben und Argelanders Werk enthält solche Oerter von 324000 Sternen, den ganzen Nordhimmel vom Pole bis über den Aequator hinaus umfassend.

Trotz dieser grofsen Anstrengungen einzelner Astronomen war bis 1860 das ideale Ziel Bessels nicht erreicht, welches zu erstreben sich bei der fortwährend wachsenden Zahl der Entdeckungen von Planeten und Kometen immer mehr als Nothwendigkeit herausstellte. Da wurde in der eben erst durch freiwilliges Zusammentreten verschiedener Astronomen geschaffenen „Astronomischen Gesellschaft" auf deren Versammlung zu Leipzig 1865 der Vorschlag gemacht, es möchten sämtliche Sterne bis zur neunten Gröfse, über welche die Bonner Durchmusterung genäherte Positionen angiebt, an Meridianinstrumenten genau beobachtet werden, und die Gesellschaft möge eine Organisation dieses Unternehmens, zu welchem alle leistungsfähigen Sternwarten eingeladen werden sollten, einrichten. Die Bedenken der Gesellschaft über die Durchführung einer so aufserordentlichen Arbeit, die ganz von der Gewissenhaftigkeit und der Hingabe der freiwillig Mitwirkenden abhängen mufste, gewissermafsen die Verantwortung zu übernehmen, schwanden erst auf der nächsten Versammlung 1867 in Bonn, als sich das lebhafteste Interesse der Astronomen an der Sache zeigte und die Sternwarten Berlin, Bonn, Helsingfors, Leipzig und Mannheim sich zur Ausführung der Beobachtungen einzelner Abschnitte des Himmels (Zonen) bereit erklärten. Nunmehr war es Sorge des Vorstandes, ein festes Beobachtungsprogramm zu entwerfen, die Beobachtungszonen der einzelnen Sternwarten zu bestimmen und ferner für die zu unternehmenden Beobachtungen eine sorgfältige Auswahl von Sternen zu treffen, welche über den ganzen Himmel vertheilt und deren Oerter aufs genaueste bekannt sein mufsten, und die bei der ganzen Arbeit als sichere Grundlage betrachtet werden konnten. Das detaillirte Beobachtungsprogramm wurde auf der Wiener Versammlung 1869 angenommen, die Zonen wurden wie folgt an die einzelnen Sternwarten vergeben:

von + 80° bis + 75° Kasan,
+ 75 „ + 70 Dorpat,
+ 70 „ + 65 Christiania,
+ 65 „ + 55 Helsingfors,
+ 55 „ + 50 (wurde später von Cambridge U. St. übernommen),
+ 50 „ + 40 Bonn,

von + 40° bis + 35° Chicago,
+ 35 „ + 30 Leipzig,
+ 30 „ + 25 Cambridge (England),
+ 25 „ + 15 Berlin,
+ 15 „ + 10 Leipzig,
+ 10 „ + 4 Mannheim,
+ 4 „ + 1 Neuchâtel,
+ 1 „ − 2 Palermo.

Die sorgfältige Beobachtung von 539, der ganzen Arbeit zu Grunde liegenden Sternen (Fundamentalsternen) übernahm die Sternwarte Pulkowa bei Petersburg, die Herstellung des Fundamental-Kataloges dieser Sterne Auwers in Berlin, die Berechnung der Sternephemeriden und ihre Publikation die Sternwarte Berlin. Die Arbeiten, die in Bonn, Berlin, Chicago, Leipzig, Helsingfors schon begonnen hatten, wurden unverweilt jetzt auch von den übrigen Theilnehmern in Angriff genommen. In der Vertheilung der Zonen mufsten verschiedener hindernder Umstände wegen einige Aenderungen eintreten. So wurde z. B. die Sternwarte Chicago, nachdem sie 5 Jahre hindurch die Arbeit gefördert, durch den Brand der Stadt 1873 in ihren Mitteln derart reduzirt, dafs sie die Beobachtungen der übernommenen Stern-Zone nicht weiter fortzusetzen in der Lage war; die Zone wurde 1878 an die Sternwarte Lund übergeben. Die Observatorien von Mannheim, Palermo und Neuchâtel traten im Laufe der Zeit zurück; ihre Zonen gingen an Leipzig, Nicolajew, und an das Dudley-Observatory zu Albany über, die Zone von + 35° bis + 30° übernahm die Sternwarte Leyden; die Helsingforser Beobachtungen wurden mit dem Instrumente der Sternwarte Helsingfors von 1877 ab in Gotha fortgesetzt. Im Jahre 1873 war die Arbeit schon so weit gefördert, dafs der Vorstand der „Astronomischen Gesellschaft" ein Programm über die Art und Weise der Veröffentlichung der Resultate festsetzen konnte. Es wurde die Form und der Inhalt der herauszugebenden Sternkataloge näher bestimmt; die Gesellschaft entschlofs sich, diese definitiven Kataloge auf ihre Kosten zu veröffentlichen, dagegen sollte die Drucklegung der Detailbeobachtungen (der Zonenbeobachtungen selbst) den einzelnen Sternwarten überlassen bleiben. Auf der Stockholmer Versammlung 1877 gab man dem riesigen Unternehmen eine weitere Ausdehnung, indem die Fortsetzung der Beobachtungen auch auf einen südlich des Aequators liegenden Theil des Himmels in Aussicht genommen wurde; die hierzu nothwendigen Fundamentalsterne veröffentlichte die Zonen-Kommission 1880 und seit dieser Zeit ist die Beobachtung der südlichen Zonen im Gange, die namentlich seitens der Sternwarten am

Kap, zu Melbourne, Sydney und Neapel betrieben wird. Die Arbeiten über den Nordhimmel haben gegenwärtig entweder schon ihr Ende erreicht oder nähern sich demselben, einige Sternwarten haben auch schon ihre Zonenbeobachtungen in Druck gelegt. Von den vollständig fertig gestellten Katalogen hat die Astronomische Gesellschaft vor kurzem die ersten beiden von Albany und Helsingfors-Gotha der Oeffentlichkeit übergeben können.[3] Wie aus dem Vorworte zu dem Kataloge von Albany ersichtlich, ist das Dudley-Observatorium speziell zur Vollendung der Zonenbeobachtungen von einer Reihe von Privaten mit namhaften Geldbeträgen unterstützt worden, eine in Amerika häufige, wie bei uns seltene Erscheinung. Der Katalog enthält, obwohl



nur eine Zone von 4 Grad Breite umfassend, die wohlbestimmten Positionen von 8243 Sternen. Der Helsingfors-Gothaer Katalog, 10 Grad Breite enthaltend, weist die stattliche Zahl von 14680 Sternen auf. Um den Reichthum dieser Sternkataloge zu zeigen, findet der Leser auf der gröfseren der beiden nebenstehenden Karten die Sterne eines sehr kleinen Theils des Himmels nach den Angaben des Helsingfors-Gothaer Kataloges eingezeichnet; ich habe eine sehr bekannte Himmelsgegend gewählt: das Schwanzstück des grofsen Bären, welches zwischen den mit blofsem Auge sichtbaren Sternen ε und ζ (s. die

[3]) Katalog der Astronomischen Gesellschaft. I. Abtheilung: Katalog der Sterne bis zur 9. Gröfse zwischen 80° nördl. und 2° südl. Deklination für das Aequinoctium 1875.

Viertes Stück. Zone + 55° bis + 65°. Beobachtet zu Helsingfors-Gotha.
Vierzehntes Stück. Zone + 1° bis + 5°. Beobachtet zu Albany. Leipzig 1890.

umstehende kleine Karte) enthalten ist; auf diesem winzigen Stück des Himmels, wo das bloſse Auge nur 2 Sterne 2. Gröſse sieht, finden sich in dem Kataloge 120 Sterne vor. Das Zonenunternehmen der Astronomischen Gesellschaft wird, wenn es zum Abschluſs gekommen ist, wie auch der Laie aus dem wenigen hier Gesagten entnehmen darf, zu den groſsartigsten Erfolgen freiwilligen wissenschaftlichen Zusammenwirkens gehören. F. K. Ginzel.



Bewegungen planetarischer Nebel in der Gesichtslinie mit groſser Sicherheit auf spektroskopischem Wege nachzuweisen und zu messen, ist kürzlich James E. Keeler gelungen.[1]) Dieser jüngste Erfolg, den wir dem groſsen 36″-Refractor der Lickssternwarte und dem vorzüglichen damit verbundenen Spektroskop verdanken, zeigt in noch glänzenderer Weise, als die spektrographischen Untersuchungen zu Potsdam[2]), die Fruchtbarkeit der Anwendung des Dopplerschen Prinzips auf die Analyse des von den Gestirnen zu uns gelangenden Lichtes. Himmelskörper, wie die planetarischen Nebel, so entfernt, daſs von einer Bewegung an der Sphäre bis jetzt nicht die geringste Spur sich gezeigt hat, und von denen wir darum glauben müssen, daſs sie weit jenseits der Region der Fixsterne an den Grenzen des sichtbaren Weltalls stehen, offenbaren dem Scharfsinn des Menschen in den geringen Farbenänderungen des von ihnen ausgesandten Lichtes, daſs auch sie sich mit Geschwindigkeiten durch den Raum bewegen, welche von derselben Gröſsenordnung sind, wie die Geschwindigkeiten der Fixsterne. Die völlige Belanglosigkeit der Entfernung, in der sich die Lichtquelle befindet, tritt bei dieser neuesten Anwendung des Dopplerschen Prinzips also aufs überwältigendste zu Tage, denn dasselbe läſst uns die Bewegungsgeschwindigkeit der fernsten Nebelflecke mit genau derselben Präzision ermitteln, wie z. B. die Geschwindigkeiten der auf der verhältniſsmäſsig doch nahen Sonne stattfindenden „Stürme“. Die Thatsache der Bewegtheit der Nebelflecke hat übrigens, wie Keeler mit Recht hervorhebt, an sich durchaus nichts Ueberraschendes, denn wenn wir annehmen, daſs die Fixsterne durch einen Verdichtungsprozeſs aus Nebelmassen hervorgegangen sind, dann müssen auch diese Nebel bereits dieselbe Bewegung im Raum besessen haben, welche die später aus ihnen hervorgegangenen Sterne besitzen, da durch innere Vorgänge während des Verdichtungs-

[1]) Publ. of the Astron. Society of the Pacific, No. 11.
[2]) Vgl. Himmel u. Erde I. S. 197 f.

prozesses nach mechanischen Prinzipien keine Aenderung in der Bewegung des ganzen Systems hervorgerufen werden kann.

Keelers sorgfältige und aufserordentlich genaue Messungen bezogen sich auf die Lage der hellsten, in den untersuchten Nebelflecken gemeinsam vorkommenden Linie, welche nahe dem einen Ende des von einer Magnesiumflamme erzeugten Bandes bei der Wellenlänge 5006 Zehnmilliontel Millimeter gelegen ist, und deren Natur bis jetzt noch nicht festgestellt werden konnte. Die grofse Genauigkeit wurde erreicht durch Anwendung eines Rowlandschen Gitters mit starker Dispersion, wobei natürlich die ganze Lichtfülle des gröfsten gegenwärtig existirenden Fernrohr-Objektivs in Anspruch genommen wurde. Probeweise war zunächst die Bewegung der Venus aus Linienverschiebungen bestimmt worden, und es hatten sich hierbei Resultate ergeben, die mit den berechneten Gröfsen vortrefflich übereinstimmten.

Bei der Berechnung der individuellen Bewegungen der Nebelflecke auf Grund der ausgeführten Messungen trat nun allerdings die Schwierigkeit auf, dafs die Lage der beobachteten Linie für eine in Bezug auf die Sonne in Ruhe befindliche Lichtquelle unbekannt ist, weil eben die Nebellinie sich mit keiner Linie eines uns bekannten Stoffes deckt. Keeler konnte sich in diesem Falle nur dadurch helfen, dafs er das Mittel aus allen für die Nebellinie bei den verschiedenen Objekten erhaltenen Wellenlängen als Normallage dieser Linie ansah, was ja bei grofser Zahl und gleichmäfsiger Vertheilung der beobachteten Nebel auf Grund der Gesetze der Wahrscheinlichkeit völlig berechtigt wäre. Da indessen der bis jetzt untersuchten Objekte nur zehn an Zahl, und diese nicht einmal gleichmäfsig am Himmel vertheilt sind, so können die schliefslich gefundenen Werthe für die Bewegungsgeschwindigkeiten nur als vorläufige betrachtet werden, während dagegen die Differenzen in den für die verschiedenen Nebel geltenden Geschwindigkeitsangaben direkte Messungsresultate sind, deren Fehler etwa 4 km nicht übersteigen dürfte. Die Ergebnisse selbst sind nun folgende:

Bezeichnung des Nebelflecks.	Bewegung in der Sekunde.	Bezeichnung des Nebelflecks.	Bewegung in der Sekunde.
G. C. 4234 (Σ 5)	— 17,1 km [3])	G. C. 4510	— 1,7 km
G. C. 5851	— 10,2 „	G. C. 4514	+ 10,8 „
G. C. 4373	— 47,2 „	G. C. 4628	— 26,2 „
G. C. 4390 (Σ 6)	+ 7,3 „	N. G. C. 7027	+ 25,6 „
N. G. C. 6790	+ 58,5 „	G. C. 4964	+ 2,3 „

[3]) — bedeutet eine Annäherung, + eine Entfernung.

Kbr.



Entdeckung veränderlicher Sterne durch Photographie. Die durch Photographie erhaltenen Bilder der Sterne stellen sich auf den Platten als Scheibchen von mehr oder minder grofsem Durchmesser dar, je nach der Helligkeit des photographirten Sternes. Bei der grofsen Lichtempfindlichkeit der jetzigen photographischen Platten war es vorauszusehen, dafs die photographischen Aufnahmen auch die allenfalls vorkommenden Aenderungen der Helligkeit der Sterne anzeigen würden, dadurch, dafs die Scheibchen eines und desselben Sternes auf den Platten zu verschiedenen Zeiten ungleiche Durchmesser haben. Man konnte erwarten, durch zeitweise wiederholte photographische Aufnahme einer bestimmten Himmelsgegend namentlich die Veränderlichkeit schwächerer Sterne konstatiren zu können, da bei diesen letzteren die Photographie der Beobachtung mit dem Fernrohre bei weitem überlegen ist. Diese Erwartung hat jetzt eine Begründung dadurch erhalten, dafs Kapteyn bei der Ausmessung photographischer Sternaufnahmen des südlichen Sternhimmels mehrfach Objekte entdeckt hat, die zu verschiedenen Zeiten verschiedene Durchmesser besitzen, also dementsprechend variable Sterne sein müssen. Daraus läfst sich die Hoffnung schöpfen, dafs die grofse, gemeinsam von verschiedenen Sternwarten in Angriff genommene Arbeit der photographischen Aufnahme des ganzen Sternhimmels auch in Beziehung auf unsere Kenntnifs der veränderlichen Sterne zu reichen Früchten führen wird. *



Von der amerikanischen Venus-Durchgangs-Kommission. Einer in dem letzten Jahres-Bericht des U. S. Naval Observatory in Washington enthaltenen Mittheilung des Leiters der Bearbeitung jener Beobachtungen, welche von amerikanischen Expeditionen bei den letzten Venus-Vorübergängen 1874 und 1882 gemacht worden sind, entnehmen wir, dafs sich der Betrag der Sonnenparallaxe, welcher aus den photographischen Messungen resultirt, nicht viel von 8,842 Bogensekunden entfernen wird; diesem Betrage entspricht eine mittlere Distanz der Sonne von der Erde von etwa 20 049 000 geog. Meilen. Die vollständige Fertigstellung des Ergebnisses aller Messungen und Rechnungen verzögert sich leider immer noch, da die Abtheilung der Venus-Kommission, wie es scheint, mit den nöthigen Geldern nicht sehr gesegnet ist. *



Photographie des Südpolarflecks des Mars.

Nach einer Mittheilung von W. H. Pickering ist es im April d. J. Mr. Wilson gelungen, einige gut definirte photographische Aufnahmen der Mars-Oberfläche zu erlangen. Auf einer derselben, vom 10. April, zeigt sich der Südpolarfleck des Planeten in deutlichster Weise und es dürfte hiermit das erste Mal sein, dafs die bekanntlich mit der Jahreszeit sich verändernden Grenzen dieser Region photographisch haben festgestellt werden können. Pickering schätzt die Ausdehnung des sichtbaren Theils der Polarregion auf etwas weniger als den Flächeninhalt der Vereinigten Staaten Nordamerikas. *



Bruce-Stiftung. Die Amerikanerin Mifs C. W. Bruce, welcher die Astronomie schon mehrfache bedeutende Geldunterstützungen verdankt, hat abermals einen sehr noblen Beweis ihrer Einsicht in das, was der Astronomie noth thut, gegeben, indem sie für laufendes Jahr einen Betrag von 6000 Dollars zur Ausführung astronomischer Arbeiten ausgesetzt hat. Der Betrag soll zur Unterstützung mehrerer Arbeiten verwendet werden und die Zuwendung an einzelne soll 500 Dollars nicht überschreiten. Professor Pickering am Harvard-College in Cambridge ist mit der Verwendung des Fonds betraut worden. *



Ueber Gebirgsmagnetismus hat seit einigen Jahren Herr Prof. O. E. Meyer in Breslau Untersuchungen angestellt, deren interessante Resultate im folgenden auf Grund der bisher erfolgten Publikationen[1]) zusammengestellt werden mögen.

Dafs die Stärke der erdmagnetischen Kraft in manchen Gegenden, besonders in der Nähe und auf den Gipfeln von Gebirgen eine lokale Störung aufweist, ist eine Thatsache, welche bereits von Lamont und Humboldt erkannt worden war. Derartige Störungen hat nun Meyer auch an verschiedenen schlesischen Orten und speziell im Riesengebirge vor einigen Jahren bemerkt und seitdem genau untersucht. Es zeigte sich an der Schneekoppe und auch an anderen Bergkuppen Schlesiens eine Zunahme der erdmagnetischen Richtkraft mit der Erhebung in gröfsere Höhen. Da es nun auf Grund älterer anderwei-

[1]) Messungen der erdmagnetischen Kraft in Schlesien und Untersuchungen über Gebirgsmagnetismus. 66. Jahresber. d. schles. Gesellschaft. Breslau 1888. Ueber Gebirgsmagnetismus. Sitzungber. d. bayer. Akademie, XIX, 2. München 1889. Ein Gebirgsmagnetometer. Wiedemanns Annalen, XI. Leipzig 1890.

tiger Beobachtungen, die an anderen Orten zu einem entgegengesetzten Ergebnifs geführt haben, nicht angängig ist, diese Zunahme des Erdmagnetismus mit der Höhe als eine allgemeine, im Wesen desselben begründete Erscheinung aufzufassen, so mufs man vermuthen, dafs die von Meyer beobachtete Störung zurückzuführen ist auf den Magnetismus der Gesteine, aus welchen die betreffenden Gebirge zusammengesetzt sind. Da das das Riesengebirge bildende Gestein granitischer Natur ist, so kann das Auftreten magnetischer Störungen daselbst nicht Wunder nehmen, denn vom Granit ist längst bekannt, dafs er sehr häufig deutlichen Magnetismus zeigt; aufserdem findet sich auch am Fufs der Schneekoppe im Riesengrund ein altes Bergwerk auf Arsenikkies und unfern bei Schmiedeberg eine reiche Fundstätte von Magneteisenstein. Es fragt sich nun aber, wie haben wir uns die Magnetisirung der Bergmasse vorzustellen, um die Verstärkung des Erdmagnetismus auf der Höhe zu begreifen? — Zwei verschiedene Annahmen würden in gleich natürlicher Weise diese Thatsache erklären. Es könnte nämlich erstens die magnetische Axe des Berges horizontal liegen und mit dem magnetischen Meridian zusammenfallen, so zwar dafs die Nordpole der magnetischen Felsmassen auf der Südseite, die Südpole aber auf der Nordseite des Berges gelegen sind. Diese Magnetisirung des Berges würde dann gleichartig sein mit derjenigen welche gewöhnlich dem ganzen Erdball zugeschrieben wird[2]) und es würde natürlich auf dem Berggipfel die magnetische Kraft eine gröfsere sein müssen, weil eben aufser dem Erdmagneten auch noch der gleich gelegene Bergmagnet wirkt. — Dieser von Humboldt herrührenden Erklärung des Gebirgsmagnetismus steht aber andererseits die Ansicht Mellonis gegenüber, nach welcher die magnetische Axe des Gesteins die Richtung der Inklinationsnadel besitzt und nach welcher ferner die Nordpole unten, die Südpole oben, d. h. also an der Erdoberfläche gelegen sind. Das Gestein würde dann also in der gleichen Weise magnetisirt sein, wie sich ein in der Richtung der Inklinationsnadel gehaltener Eisenstab durch Erschütterungen unter dem Einflufs des Erdmagnetismus magnetisirt. Dadurch, dafs sich in diesem Falle die Südpole des Gesteins der Erdoberfläche näher befinden, als die Nordpole, werden sie überwiegend wirken und also den Einflufs des magnetischen Südpols

[2]) Bei der Erde ist nämlich auch der im Norden gelegene Pol der magnetische Südpol und umgekehrt, weil wir das nach Norden weisende Ende der Magnetnadel als ihren Nordpol zu bezeichnen gewöhnt sind; dieser Nordpol kann natürlich nur von einem Südpol angezogen werden, also liegt im Norden in der Erde ein Südpol.

der Erde verstärken, der ja auf der nördlichen Halbkugel wegen seiner gröfseren Nähe auf die Stellung der Magnetnadel den mafsgebenden Einflufs ausübt. — Zwischen diesen beiden an sich ziemlich gleich wahrscheinlichen Ansichten über den Gebirgsmagnetismus können magnetische Messungen in der Umgebung einzelstehender, magnetischer Berge entscheiden. Wäre nämlich Humboldts Auffassung zutreffend, dann müfste, wie leicht ersichtlich, nördlich und südlich vom Berge die magnetische Kraft geschwächt, östlich und westlich jedoch verstärkt erscheinen, würde doch z. B. auf der Nordseite dem nördlich gelegenen Südpol der Erde ein südlich im Berge liegender Südpol entgegenwirken, während für einen östlich oder westlich vom Berge gelegenen Punkt die Richtungen nach den magnetischen Polen des Gesteins nahe zusammenfallen mit den Richtungen nach den gleichnamigen Polen der Erde, sodafs deren Wirkung durch den Gesteinsmagnetismus verstärkt werden wird. Von diesen Betrachtungen ausgehend unternahm nun O. E. Meyer Messungen in der Umgebung des isolirt in der schlesischen Ebene gelegenen und aus magnetischen Gesteinen (Serpentin, Gabbro) bestehenden Zobtenberges. Es ergab sich dabei, dafs eine Schwächung des Erdmagnetismus in Nord und Süd, eine Verstärkung auf der Ost- und Westseite des Berges nicht vorhanden ist, dafs vielmehr die jeweilige Stärke der magnetischen Richtkraft ausschliefslich von dem Magnetismus der gerade unter dem Beobachtungsort gelegenen Gesteinsmassen abhängig ist. Damit ist aber die Richtigkeit der Auffassung von Melloni, zu der übrigens auch J. Locke durch Messungen in Nord-Amerika geleitet wurde, erwiesen. Ein eisenhaltiger Berg ist also in ähnlicher Weise magnetisirt, wie ein Gebäude, in welchem eiserne Säulen und Träger einen ihrer Lage entsprechenden Magnetismus annehmen. So hat sich z. B. auch auf dem Dache des physikalischen Instituts zu Breslau ein erheblich gröfserer Werth für die Intensität des Erdmagnetismus ergeben, als in den Räumen des ersten Stockwerks. Im Innern eines magnetischen Berges mufs demnach eine Schwächung der erdmagnetischen Kraft erwartet werden, und eine solche ist auch in der That von Gay-Lussac und Humboldt im Krater des Vesuvs beobachtet worden.

Schliefslich wollen wir noch kurz angeben, mit was für Instrumenten derartige gebirgsmagnetische Messungen am besten ausgeführt werden können. Die bekannte Gaufsische Methode, die Elemente des Erdmagnetismus in absolutem Mafse zu bestimmen, würde natürlich auch hier angewandt werden dürfen; sie ist indessen, wo es sich um Anstellung möglichst vieler Messungen an verschiedenen Punkten

handelt, zu umständlich und langwierig und kann bei der Untersuchung des Gebirgsmagnetismus durch weit einfachere Methoden ersetzt werden. Es kommt nämlich bei den Fragen, um welche es sich hier handelt, gar nicht auf die absolute Intensität des Erdmagnetismus selbst an, sondern lediglich auf die Veränderungen derselben durch die magnetische Einwirkung des Gesteins. Die Veränderung der magnetischen Kraft läfst sich aber auf sehr einfache Weise bestimmen mit Hülfe eines im Jahre 1886 von F. Kohlrausch konstruirten Lokalvariometers. Dieses kleine Instrument besteht aus einer Bussole in Verbindung mit einem um eine vertikale Axe drehbaren Magneten und es liefert aus blofsen, an zwei Orten angestellten Ablenkungsbeobachtungen der Magnetnadel durch den drehbaren Magneten unmittelbar den Unterschied in der magnetischen Horizontal-Intensität an den beiden Beobachtungspunkten. Um die Veränderung der Gesamtintensität zu ermitteln, mufs dann freilich auch noch die Richtungsänderung der magnetischen Kraft durch Inklinationsbeobachtungen festgestellt werden. Die letztere Mühe hat indessen O. E. Meyer neuerdings auch noch zu umgehen gelehrt, indem er das Variometer von Kohlrausch in ein „Gebirgsmagnetometer" umwandelte. Bei diesem Instrument ist die Magnetnadel nicht horizontal, sondern vertikal drehbar, also eine Inklinationsnadel; ebenso ist auch der ablenkende Magnetstab durch Drehung um eine horizontale Axe verstellbar. Mit diesem Apparat, dessen Brauchbarkeit Meyer bereits durch verschiedene vergleichende Messungen dargethan hat, findet man sofort die Veränderung der Gesamtintensität des Erdmagnetismus an zwei verschiedenen Orten.

F. Kbr.



Erscheinungen am Sternenhimmel vom 15. November bis 15. Dezember.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Sonne und Mond.

Sonnenauf- und Untergang: am 1. Dec. 7^h 50^m Mg., 3^h 48^m Ab., am 15. Dez. 8^h 7^m Mg., 3^h 44^m Ab. — Abnahme der Tageslänge Nov.—Dez. 1^h 4^m.

Entfernungen der Sonne und des Mondes von der Erde und scheinbare Durchmesser:

	Sonne Entfernung	Durchm.		Mond Entfernung	Durchm.
1. Dez.	19,750 000 Meil.	32' 30"	1. Dez.	54 300 Meil.	29' 44"
15. „	19,720 000 „	32 34	15. „	49 300 „	32 44

Auf- und Untergang des Mondes.

18. Nov.	Erdnähe	1^h 21^m Nm.	9^h 40^m Ab.
19. „	Erstes Viertel	1 48 „	11 5 „
26. „	Vollmond	3 59 „	7 19 Mg.

3. Dez.	Erdferne	10 24 Ab.	0 54 Nm.
4. „	Letztes Viertel	11 34 „	1 11 „
12. „	Neumond	8 29 Mg.	3 53 „

Partielle Mondfinsternis am 26. Nov. Diese sehr kleine Verfinsterung ist in Europa unsichtbar und wird nur in Australien, Asien und dem grofsen Ocean zu sehen sein.

Centrale Sonnenfinsternifs am 12. Dezember. Diese Finsternifs findet zwischen 2—5 Uhr Morgens Berl. Zeit auf der Südhälfte der Erde statt und wird im südlichen Australien, den Südpolarländern und im indischen Ocean beobachtet werden können. Besonders auf Neuseeland wird die Finsternifs sehr auffällig sein.

2. Die Planeten.

Merkur culminirt um Mittag und steht zur Auffindung ungünstig, da er später als die Sonne aufgeht und Abends bald nach Sonnenuntergang verschwindet. Am 24. Nov. hat er seine Sonnennähe

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Nov.	7^h 13^m Mg.	4^h 3^m Nm.	28,880 000 Meilen
1. Dez.	8 44 „	4 2 „	28,350 000 „
15. „	9 31 „	4 35 „	25,300 000 „

Venus ist Mitte November noch Abendstern, geht aber bald zeitiger unter und steht Mitte Dezember vor Sonnenaufgang nördlich von dem hellen Stern Antares im Skorpion.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Nov.	10^h 19^m Vm.	4^h 51^m Nm.	6,270 000 Meilen
1. Dez.	8 22 „	3 52 „	5,330 000 „
15. „	6 34 Mg.	3 2 „	5,660 000 „

Mars entfernt sich mehr und mehr von Jupiter und gelangt in der ersten Hälfte des Dezember in das Sternbild des Wassermanns; er ist in den Abendstunden gut sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Nov.	0^h 51^m Nm.	9^h 9^m Ab.	25,850 000 Meilen
1. Dez.	0 12 „	9 16 „	27,990 000 „
15. „	11 35 Vm.	9 23 „	29,880 000 „

Jupiter steht im Steinbock, geht zeitiger unter und ist Mitte Dezember schon nach 8^h Abends nicht mehr beobachtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Nov.	0^h 42^m Nm.	9^h 10^m Ab.	105,140 000 Meilen
1. Dez.	11 45 Vm.	8 21 „	109,660 000 „
15. „	10 57 „	7 42 „	113,320 000 „

Saturn wird bald nach Mitternacht auffindbar; er steht Anfang Dezember nahe der Verbindungslinie der sehr hellen Sterne Spica (Jungfrau) und Regulus (gr. Löwe), näher dem letztgenannten Sterne, bei σ Leonis.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Nov.	0^h 54^m Mg.	2^h 18^m Nm.	193,270 000 Meilen
1. Dez.	11 51 Ab.	1 17 „	188,460 000 „
15. „	10 59 „	0 23 „	183,830 000 „

Uranus ist am Morgenhimmel sichtbar und befindet sich östlich des Sternes Spica der Jungfrau.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Nov.	5^h 5^m Mg.	3^h 21^m Nm.	387,300 000 Meilen
1. Dez.	4 7 „	2 19 „	385,100 000 „
15. „	3 16 „	1 26 „	381,600 000 „

Neptun culminirt zwischen Mitternacht und 10^h Abends; er ist die ganze Nacht sichtbar und befindet sich nordwestlich vom Sterne Aldebaran im Stier.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Nov.	4^h 44^m Nm.	8^h 38^m Mg.	577,500 000 Meilen
1. Dez.	3 39 „	7 33 „	578,100 000 „
15. „	2 43 „	6 35 „	579,100 000 „

Orte der Planeten:

	Merkur		Venus		Mars		Jupiter	
	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.
14. Nov.	15^h 12^m	— 17°53'	17^h 13^m	— 27°31'	20^h 35^m	— 20°30'	20^h 33^m	— 19°35'
19. „	15 44	— 20 22	17 11	— 26 48	20 50	— 19 27	20 36	— 19 24
24. „	16 17	— 22 25	17 4	— 25 45	21 4	— 18 20	20 39	— 19 12
29. „	16 50	— 24 1	16 53	— 24 22	21 19	— 17 9	20 43	— 18 59
4. Dez.	17 24	— 25 5	16 41	— 22 44	21 34	— 15 54	20 46	— 18 45
9. „	17 58	— 25 36	16 29	— 21 3	21 48	— 14 35	20 50	— 18 30
14. „	18 32	— 25 31	16 20	— 19 29	22 3	— 13 13	20 54	— 18 14

	Saturn		Uranus		Neptun	
	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.
12. Nov.	11^h 9^m	+ 7°23'	13^h 47^m	— 10°27'	4^h 17^m	+ 19°39'
20. „	11 11	+ 7 11	13 48	— 10 37	4 16	+ 19 36
28. Dez.	11 13	+ 7 2	13 50	— 10 46	4 15	+ 19 34
6. „	11 14	+ 6 56	13 52	— 10 55	4 14	+ 19 32
14. „	11 15	+ 6 52	13 53	— 11 3	4 13	+ 19 30

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

19. Nov.	II. Trab.	Verfinst.	Austritt	6^h 14^m Ab.
21. „	I. „	„	„	5 27 „
24. „	III. „	„	„	5 58 „
26. „	II. „	„	„	8 53 „
28. „	I. „	„	„	7 22 „
7. Dez.	I. „	„	„	3 46 „ (bei Sonnenuntergang)
14. „	I. „	„	„	5 41 „

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(Für Berlin sichtbar.)

		Gröfse	Eintritt	Austritt
18. Nov.	33 Capric.	5.5^m	5^h 50^m Ab.	6^h 51^m Ab.

5. Orientirung am Sternhimmel.

Vom 15. November bis 15. Dezember sind um 8^h Abends im Untergange befindlich die Sternbilder der Krone, Ophiuchus, Hercules; im Aufgange sind die Zwillinge, der kleine Hund und der Fuhrmann; ferner culminiren um 8^h die Sternbilder der Fische, der Cassiopeja und Andromeda. Arctur (α Bootis) geht Anfang Dezember schon nach 5^h Abends unter, Aldebaran geht nach 4^h Nm., Procyon um $^1/_2 9^h$ Abends auf, Sirius kommt um $^1/_2 10^h$ Abends über den Horizont. — Die Culminationszeiten der hellsten Sterne an bestimmten Tagen enthält folgende Tafel;

Culminirende Sterne	Helligkeit	Culmination am 23. Novemb.	am 1. Dezemb.	am 8. Dezemb.	am 15. Dezemb.
ε Pegasi	2.3m	5h 28m Nm.	4h 57m Nm.	4h 29m Nm.	4h 2m Nm.
α „ (Markab) . .	2.0	6 49 Ab.	6 17 Ab.	5 50 „	5 22 „
α Androm. (Sirrah) . .	1	7 52 „	7 21 „	6 53 Ab.	6 26 Ab.
β Ceti	2.0	8 27 „	7 56 „	7 28 „	7 1 „
β Androm.	2.3	8 53 „	8 21 „	7 54 „	7 26 „
α Urs. min. (Polarstern)	2	9 8 „	8 36 „	8 9 „	7 41 „
α Arietis	2	9 49 „	9 19 „	8 51 „	8 23 „
β Persei (Algol) . . .	—	10 49 „	10 18 „	9 50 „	9 24 „
α Persei	2	11 5 „	10 33 „	10 6 „	9 38 „
α Tauri (Aldebaran) .	1	0 22 Mg.	11 46 „	11 19 „	10 51 „
α Aurig. (Capella) . .	1	1 1 „	0 29 Mg.	11 58 „	11 30 „
α Orion. (Beteigeuze) .	1	1 42 „	1 10 „	0 42 Mg.	0 15 Mg.
α Can. maj. (Sirius) . .	1	2 33 „	2 1 „	1 34 „	1 6 „
ε Can. maj.	1.6	2 47 „	2 15 „	1 48 „	1 20 „
α Gemin. (Castor) . . .	2	3 20 „	2 48 „	2 11 „	1 53 „
α Can. min. (Procyon) .	1	3 26 „	2 54 „	2 27 „	1 59 „

6. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1890 Rectas.	Declin.
R Ceti	10. Dez.	8m	12m	2h 20m 25s	— 0° 40'3
S Gemin.	16. Nov.	8.9	13	7 36 26	+ 23 42.7
U Cancri	24. „	9	13	8 29 29	+ 19 16.5
R Leonis	9. Dez.	6	9.5	9 41 38	+ 11 56.5
T Virginis	19. Nov.	8.9	13	12 8 58	— 5 25.4
S Urs. maj.	9. Dez.	8	11	12 39 8	+ 61 41.7
S Bootis	16. Nov.	8	13	14 19 11	+ 54 18.5
R Bootis	24. „	7	12	14 32 21	+ 27 13.0
R Scorpii	21. „	10	12	16 11 6	— 22 40.6
R Cygni	4. Dez.	7	13	19 34 52	+ 49 57.0
X Capric.	2. „	11,12	—	21 2 16	— 21 47.4

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

Algol . . . 18. Nov. Mg., 23. Ab., 29. Nm., 5. Dez. Vm., 11. Mg.
U Cephei . . 17. Nov., 22., 27. Ab., 2., 7., 12. Dez. Ab.
U Coronae . . 18. Nov., 25. Ab., 2. Dez., 9. Ab.
λ Tauri . . 20. Nov., 28. Mg., 5. Dez., 13. Ab.
Y Cygni . . unregelmäfsig.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monocerotis 3. Dez.
W Virginis 27. Nov., 15. Dez.

7. Meteoriten.

Die Sternschnuppen des Andromeda-Schwarmes sind gegen Ende November aus dem Ausstrahlungspunkte bei AR = 25°, D = + 44° thätig (Maximum am 27. November), die Geminiden in der ersten Hälfte des Dezember (Maximum

am 10. Dezember; bei AR = 108°, D = + 33°). Besonders die letzteren werden bei Abwesenheit des Mondscheins (am 12. Dezember ist Neumond) gut beobachtet werden können.

8. Nachrichten über Kometen.

Am 6. Oktober hat Barnard (Lick-Observatorium) einen schwachen Kometen entdeckt, welcher sich sehr wahrscheinlich als identisch mit dem periodischen Kometen D'Arrest ($6^2/_5$ Jahre Umlaufzeit) erweisen wird. Der letztere Komet ist seit 1877 nicht wieder beobachtet worden und wurde im Sommer laufenden Jahres zurück erwartet. Infolge dessen ist von verschiedenen Sternwarten (Wien, Nizza) im Frühjahr und Sommer 1890 sehr aufmerksam nach dem Kometen gesucht worden, jedoch ohne Erfolg. Auffälliger Weise erscheint der Komet von Barnard erst zu einer Zeit wiedergefunden, in welcher er der Rechnung nach bereits seine gröfste Lichtentwickelung absolvirt haben und wesentlich schwächer als im Augut sein sollte.





G. A. Hirn, Constitution de l'espace céleste. Colmar, Eugène Barth.

In diesem letzten, dem unglücklichen Kaiser Dom Pedro gewidmeten Werke Hirns, auf das der greise Forscher nach eigenen Aeufserungen eine ganz besondere Sorgfalt verwandt hat, haben wir eine nach allen Richtungen hin vertiefte und vollständig durchgeführte Untersuchung der wichtigen Frage vor uns, ob das die Beziehungen der Weltkörper (Gravitation, Licht, elektrische und magnetische Fernewirkungen) vermittelnde Medium, das vielfach mit dem Namen „Aether" belegt worden ist, als ein im Zustande höchster Verdünnung befindliches Gas aufgefafst werden könne. In jedem Abschnitt der zumeist zwar streng mathematisch gehaltenen, dennoch aber nicht gerade schwer verständlichen Untersuchung kommt Hirn zu einem entschieden negativen Resultat, das ihn zu einer Auffassung leitet, welche dem interstellären Medium die Materialität, im physikalischen Sinne des Wortes, abspricht und dasselbe als eine ganz eigenartige Substanz mit eigenthümlichen, wenn auch bisher zumeist noch durchaus unerkannten, dynamischen Eigenschaften begabt. Wenn sich nun auch der Physiker, gewohnt, alle Phänomene auf Bewegungen materieller Theilchen zurückzuführen, nur schwer dazu entschliefsen mag, einem so bestimmt ausgesprochenen Dualismus im Substanzbegriff zuzustimmen, so legt man doch thatsächlich allgemein schon lange dem „Aether" Eigenschaften zu, welche bei jedem „Stoffe" ausgeschlossen sind. Von einer Reibung der Aethertheilchen wird z. B. in der Wellentheorie des Lichtes nicht gesprochen und andererseits wird diesem Medium die Eigenschaft zugeschrieben, ohne irgend welche Form und Begrenzung alle übrigen Körper ebenso, wie den leeren Raum zu durchdringen. Hirn sucht die gerade hier herrschende Unklarheit und Willkürlichkeit durch ein bestimmt ausgesprochenes Postulat zu beseitigen, das er beweist, indem er die Unmöglichkeit der Annahme eines materiellen, zwischen den Weltkörpern sich ausbreitenden Fluidums darlegt. Da sowohl dieses Schlufsergebnifs, als auch die einzelnen Fragen, die in dem Werke zur Diskussion kommen, bei jedem denkenden Verehrer der Wunder des Himmels grofses Interesse erwecken müssen, so wollen wir mit einigen Worten auf den Inhalt des Werkes im einzelnen eingehen.

Der eigentlichen Untersuchung ist zunächst eine hundert Seiten lange Einleitung vorausgeschickt, welche, von dem Endergebnifs als einer Thatsache ausgehend, die Folgerungen zusammenstellt, die man nach des Verfassers Ansicht aus demselben ziehen kann. Diese Einleitung, die übrigens Rechnungen durchaus vermeidet und leichter verständlich sein soll, will jedoch dem Referenten als der schwächste Theil des ganzen Werkes erscheinen. Die philosophisch-metaphysischen Erörterungen erscheinen nur gewaltsam in logische Verbindung gebracht mit der Ueberzeugung, dafs ein materielles interstelläres Medium nicht existire; das Gleiche gilt wohl auch von den physikalischen

und kosmologischen Konsequenzen, die zumeist von den allgemein herrschenden Anschauungsweisen gänzlich abweichen und doch nur sehr ungenügend begründet werden. Hirn kehrt dabei z. B. seine Gegnerschaft gegen die kinetische Gastheorie hervor, die jedoch auf längst nachgewiesenen Irrthümern und unklaren Auffassungen beruht; er wendet sich ferner gegen die vielfach gebräuchliche Ausdrucksweise: „Umwandlung einer Kraft in eine andere"; die durch Reibung entstehende Wärme will er nicht durch Umwandlung der sichtbaren Massenbewegung in eine unsichtbare Schwingung der Körpermolekel erklärt wissen, sondern versucht sie zurückzuführen auf Störungen des elektrischen Gleichgewichts. Dabei ist es schwer, klar zu erkennen, worauf dieses mit dem Hauptgegenstand garnicht zusammenhängende Raisonnement hinausläuft und es macht den Eindruck, als hätte der greise Gelehrte in diese Einleitung eine Diskussion aller ihn im Alter beschäftigenden Fragen künstlich hineingezwängt.

Im ersten Kapitel des eigentlichen Werkes wird nun die Wirkung eines widerstehenden Mittels auf die Bewegung der Planeten in Rechnung gezogen, und es ergiebt sich dabei, dafs schon eine ganz aufserordentlich geringe Dichtigkeit eines interstellären Gases eine Beschleunigung in der Planetenbewegung hervorrufen müfste, welche sich der Beobachtung nicht entziehen könnte. Wenn z. B. nur 1 kg Materie in einem Raum von 8600 cbkm vertheilt wäre, dann müfste sich doch nach Hirns Rechnung infolge des Widerstandes die Länge der Erde seit Hipparchs Zeit um 205″ geändert, die Dauer des Jahres um 5 Sekunden verkürzt haben. — In gleicher Weise wird im zweiten Kapitel die Einwirkung untersucht, welche ein widerstehendes Mittel auf die Bewegung des Mondes ausüben müfste. Hierbei leitet der Verfasser nach einer neuen, einfachen Methode die bekannte Acceleration der Mondbewegung her und zeigt im Anschlufs daran, dafs eine ganz aufserordentlich geringe Dichtigkeit des Mediums schon eine von der beobachteten Gröfse wesentlich abweichende Acceleration bedingen würde. In einem besonderen Paragraphen dieses Kapitels geht Hirn auch auf die Rotation des Mondes ein und fragt, wodurch das Gleichbleiben der Rotationsdauer mit der beständig beschleunigten Umlaufszeit erklärt werden könne. Da er dabei den Mond als jetzt völlig starr betrachtet und darum jede Gezeitenwirkung für ausgeschlossen hält, so mufs er, wie Laplace es that, eine nach der Erde hin etwas verlängerte Gestalt des Mondes annehmen. Die gröfste Axe des Mondkörpers kann dann aber wegen der Acceleration der Umlaufsbewegung nicht genau nach der Erde gerichtet sein, sondern mufs um einen beträchtlichen Winkel, der jedoch kleiner als 45° ist, zurückbleiben.

Zu den Kometen übergehend untersucht nun Hirn zunächst die Erscheinungen, welche der Enckesche Komet geboten hat, der ja bekanntlich zuerst Veranlassung gab, das Vorhandensein eines Widerstand leistenden Gases im Weltraume zu vermuthen. In Uebereinstimmung mit anderweitigen neuen und gründlicheren Untersuchungen über den gleichen Gegenstand führen die Rechnungen auch hier zur Erkenntnifs der Unmöglichkeit, die Phaenomene durch Einführung eines widerstehenden Mittels zu erklären, denn die Verkürzung der Umlaufszeit des Enckeschen Kometen ist in neuester Zeit eine durchaus unregelmäfsige gewesen. Der Hinweis Hirns, dafs vielleicht die Reibungen, die bei den lebhaften Bewegungen in einer der Sonne nahe kommenden Gasmasse auftreten müssen, einen Theil der lebendigen Kraft des Kometen verbrauchen und so die Verengerung der Bahn verursachen, ist zwar bestechend, aber es scheint hier doch das Gesetz der Erhaltung der Bewegung des Schwerpunkts nicht voll gewürdigt zu sein. Nur wenn wir annehmen, dafs Theile

der Kometenmaterie im Schweife fortgeführt werden und sich unserer Wahrnehmung entziehen, kann durch innere Kräfte die Bewegung des Kernes geändert werden.

Auch abgesehen von den sehr beträchtlichen Hemmungen, welche alle Kometen bei der Kleinheit ihrer Masse durch ein gasförmiges Medium erfahren müfsten und welche dennoch eben nirgends nachgewiesen werden können, ist durch die Konstitution der Kometen selbst schon ein Beweis gegen das widerstehende Mittel gegeben. Stellt man sich nämlich auf Grund der neueren Sternschnuppenforschungen einen Kometenkern als aus einzelnen festen Körperchen gebildet vor, deren Zwischenräume von Gasen erfüllt sind, dann müfsten diese Gase zweifellos viel stärker gehemmt werden und würden also fortgeblasen werden, so dafs ein derartig konstituirter und schnell bewegter Weltkörper garnicht dauernd existiren könnte.

Im dritten und vierten Paragraphen dieses Kapitels wird die Entstehung der Kometenschweife ganz im Sinne der Bessel-Zöllnerschen Anschauungen erläutert, ohne dafs jedoch die klassischen Arbeiten dieser Männer mit einem Worte erwähnt würden. Wenn statt dessen die Kometentheorien von Ségeay und Faye mit Namennennung eingehender besprochen werden, so mufs dies jeden mit der Geschichte dieses Forschungszweiges Vertrauten gar wunderlich anmuthen. In gleicher Weise bleibt auch der Name Lamonts im nächsten Paragraphen verschwiegen, obgleich Hirn dessen Ansicht über die Ursache des Erdmagnetismus[1]) theilt und ausführlich auseinandersetzt. Mindestens liegt hier eine Vernachlässigung der Geschichte dieser Wissenszweige vor, welche nicht ungerügt bleiben darf. Im fünften Paragraphen findet sich dagegen eine beachtenswerthe Bemerkung, welche unseres Wissens sonst noch nicht ausgesprochen wurde: Wenn die Schweifelemente eines Kometen sich mit derselben Elektrizitätsart laden, welche der Sonnenoberfläche eigen ist, dann mufs angenommen werden, dafs die entgegengesetzte Elektrizität auf den Kern übergeht. Der Kern würde dann von der Sonne aufser der gravitirenden auch eine elektrische Anziehung erfahren und es wäre vielleicht möglich, auf diese vermehrte Anziehung die Erscheinungen, welche der Enckesche Komet geboten hat, zurückzuführen. Diese Bemerkung erscheint um so mehr beachtenswerth, als v. Haerdtl einen Zusammenhang zwischen den Unregelmäfsigkeiten des Enckeschen Kometen und den Sonnenflecken aufgedeckt hat, der seinerseits schon die elektrische Einwirkung der Sonne als Ursache jener Unregelmäfsigkeiten erscheinen läfst.

Im vierten Kapitel wird der Einflufs besprochen, den die Bewegungen der Himmelskörper auf das interstelläre Gas haben müfsten und den andererseits das letztere auf die Lufthüllen der Planeten ausüben würde. Einmal müfste nach Hirns Rechnungen durch den Stofs auf der Vorderseite der Weltkörper eine enorm hohe Temperatur erzeugt werden und andererseits müfsten die Atmosphären der Planeten auch bei einer ganz minimalen Dichtigkeit des Mediums nothwendigerweise fortgeweht werden. Diesen und anderen Schwierigkeiten könnte man vielleicht zu entgehen hoffen, wenn man dem Aether eine rotirende Bewegung um die Sonne als Mittelpunkt zuschriebe. Dafs indessen diese Annahme wieder zu neuen Widersprüchen führt, wird im fünften Kapitel bewiesen. Räumlich müfste dann nämlich dieses Gas als begrenzt

[1]) Lamont wies auf die Influenzwirkung hin, welche die Sonne auf die Erde ausüben mufs, wenn sie selbst eine elektrische Erregung besitzt. Infolge der Erdrotation würden nun diese statischen Elektrizitätsmengen die Erde täglich einmal umkreisen und dadurch sollen die Erdströme zu stande kommen, welche die Erde zu einem Elektromagneten machen und die erdmagnetischen Erscheinungen erzeugen.

angesehen werden, da es sonst seine Bewegung durch Reibung einbüfsen würde; dann könnte es ja aber nicht die Lichtbewegung von den Sternen zu uns vermitteln! Aufserdem müfsten Reibungen auch wegen der verschiedenen Geschwindigkeiten in verschiedenen Entfernungen von der Sonne entstehen und schliefslich die ganze Bewegung zerstören. An dieser Stelle hat Hirn auch eine Widerlegung der Aetherstofstheorie zur Erklärung der Gravitation eingeschaltet. Er zeigt, wie die Proportionalität der Anziehung mit der Masse durch diese Theorie nicht erklärt werden kann, und dafs aufserdem sich auch dann wegen der vermehrten Stöfse auf der Vorderseite eines bewegten Körpers ein beträchtlicher Widerstand gegen jede Bewegung zeigen müfste, der durch Beobachtungen erkannt werden würde.

Im letzten Kapitel wird endlich die Frage nach der Zukunft der Sonne erörtert, die dem Referenten freilich in keinem Zusammenhang mit der Aetherfrage zu stehen scheint. Die Kontraktionstheorie und ebenso auch die Meteoritentheorie zur Erklärung einer Erhaltung der Sonnenwärme werden beide zurückgewiesen und es ergiebt sich, dafs wir bis jetzt noch keine Ursache kennen, welche das schliefsliche Erlöschen der Sonne aufhalten könnte. Trotzdem aber betont der Verfasser am Schlufs des Werkes seine feste Ueberzeugung, dafs gleichwohl der Welt ein derartiges Schicksal nicht bevorstehe, dafs wir vielmehr nur zu kurzsichtig sind, um dies klar erkennen zu können.

Dr. F. Koerber.





Herrn Schmeissen in Berlin. Die scheinbare Vergröfserung von Sonne und Mond am Horizont halten Sie, wie aus Ihrer geschätzten Zuschrift hervorgeht, für eine Folge der scheinbar abgeplatteten Gestalt des Himmelsgewölbes. Diese Ansicht ist eine durchaus annehmbare und im übrigen auch weit verbreitete. Die Illusion würde danach in das Gebiet der Urtheilstäuschungen gehören, ebenso wie die bekannten optischen Täuschungen mit parallelen geraden Linien, die uns konvergent erscheinen. Weil wir den Mond unbewufst ans Himmelsgewölbe versetzen und ihn dementsprechend im Horizont für weiter entfernt halten, als bei höherem Stande, so schliefsen wir, er müsse im ersteren Falle gröfser sein, da er doch nicht den Gesetzen der Perspektive entsprechend den durch eine gröfsere Entfernung bedingten kleineren Gesichtswinkel zeigt. Wenn diese Erklärung für das in Frage stehende Phänomen richtig ist,[1]) dann bleibt nur noch die scheinbare Abflachung des Himmelsgewölbes zu erklären übrig. Die Ursache für unsere Anschauung des Himmelsgewölbes liegt nun, wie vielfach angenommen wird, in der Gewöhnung an den Anblick des bewölkten Himmels. Eine den Himmel überziehende Wolkendecke hat ja nicht nur scheinbar, sondern in Wirklichkeit die Gestalt einer flachen Kugelcalotte und die Wolken am Horizont sind von uns in der That viel weiter entfernt, als die im Scheitelpunkt befindlichen. Es erscheint nun sehr wohl denkbar, dafs wir diese Anschauung eines flachen Wolkengewölbes unbewufst auch auf den wolkenlosen Himmel übertragen, wozu wir vielleicht auch noch durch die nach dem Horizonte zu immer blasser werdende Farbe des Himmels verleitet werden. Merkwürdig aber bleibt es immerhin, dafs uns Täuschungen ähnlicher Art selbst in geschlossenen Räumen nicht verlassen, sodafs man vielleicht auch geneigt sein könnte, die ganze Erscheinung für physiologisch zu halten und anzunehmen, dafs die Lage unseres Kopfes hierbei eine grofse Rolle spiele. Stroobandt z. B. hat durch Versuche nachgewiesen, dafs auch in abgeschlossenen Räumen Scheiben bei gleicher Entfernung uns gröfser erscheinen, wenn sie uns horizontal gegenüberstehen, als wenn sie an der Decke angebracht sind. Die vom Schreiber dieser Zeilen täglich gemachte Wahrnehmung, dafs die stark überhöhte grofse Kuppel der Urania von innen betrachtet eher abgeflacht oder wenigstens kugelförmig erscheint, bestätigt diese Experimente von Stroobandt. Diese Verkleinerung, welche das Gestirn bei höherem Stande durch die Lage allein erfährt, beträgt aber nach Stroobandts Versuchen nur $^2/_{10}$ der Gröfse am Horizont, sodafs der Durchmessser von 1 im Horizont auf $^8/_{10}$ im Zenith verkleinert wird. Somit genügt die Abflachung des Himmels allein noch nicht, um die beträchtliche Veränderung unserer Gröfsenbeurtheilung der Gestirne zu erklären. Schon Euler hat nun darauf hingewiesen, dafs auch in der geringeren Helligkeit des Mondes am Horizont eine

[1]) Freilich steht ihr die Täuschung gröfserer Nähe des Mondes bei tiefem Stande, die vielfach anerkannt ist, wieder gänzlich entgegen.

Verleitung zu der Annahme gröfserer Entfernung und damit eine Ursache für die Erzeugung der Täuschung gegeben ist. **Stroobandt** hat nun auch nach dieser Richtung hin Experimente angestellt und gefunden, dafs in der That ein Gegenstand stets im Dunkeln gröfser erscheint, als im Hellen. Dabei ist es gar nicht nöthig, dafs der betreffende Körper selbst leuchtet, sondern es genügt, dafs irgend ein helles Licht unsere Netzhaut treffe. **Stroobandt** will darum diese scheinbare Verkleinerung eines Objekts infolge von Helligkeitszunahme mit der Verengerung unserer Pupille in Zusammenhang bringen, ohne dafs eine Entfernungsschätzung dabei in Betracht komme. Die Helligkeitszunahme des Mondes beim Aufsteigen in gröfsere Höhe würde ihrerseits eine Verkleinerung des Durchmessers auf $^{7}/_{10}$ zu erklären vermögen und im Verein mit der oben angegebenen Verkleinerung auf $^{8}/_{10}$ würde sich sonach eine Gesamtverkleinerung des Durchmessers auf $^{7}/_{10} \cdot {}^{8}/_{10} = {}^{56}/_{100}$ ergeben, was nun mit der Erfahrung besser übereinstimmt. Gegen diese Versuche **Strobandts** und die daraus gezogenen Schlüsse sind indessen von anderer Seite nicht unerhebliche Bedenken geäufsert worden, so dafs die hier vorliegenden Fragen noch nicht als erledigt betrachtet werden können.

Herrn M. F. in Augsburg. Als Grenze für die Vergröfserungskraft der Fernrohre ist etwa die 1000-malige lineare Vergröfserung anzusetzen. Bekanntlich gestattet zwar die Anwendung immer stärkerer Okulare eine beliebige Steigerung der Vergröfserung, aber bei jedem Fernrohr tritt früher oder später ein Maximum der Leistungen ein, insofern noch stärkere Vergröfserungen so unscharfe Bilder erzeugen, dafs man nicht mehr, sondern weniger erkennen kann, als bei der schwächeren Vergröfserung. Gröfsere Fernrohre gestatten im allgemeinen die Anwendung einer stärkeren Vergröfserung, weil sie mit ihrem grofsen Objektiv eine gröfsere Lichtmenge auffangen und so ein helleres Bild erzeugen. Weil nun die von den Himmelskörpern uns zustrahlende Lichtmenge eine fest bestimmte und unveränderliche ist und weil andererseits die Vergröfserung der Linsen wegen gleichzeitiger Zunahme ihrer Dicke schliefslich auch keine Vermehrung der Bildhelligkeit mehr gestattet, so liegen hier unübersteigliche Grenzen für die Leistungen der Fernrohre. Da aufserdem nicht blofs die Fehler des Fernrohrs, sondern vor allem auch die Unruhe in der Luft die Bilder der Gestirne undeutlich machen, so können wir durch Verbesserung unserer optischen Hilfsmittel, selbst angenommen, dafs hier alle Schwierigkeiten überwunden werden könnten, doch nicht eine gewisse Grenze überschreiten, die gegenwärtig nahezu erreicht sein dürfte; denn wir können uns eben nicht aus unserem Luftmeer herausbegeben, sondern höchstens möglichst hoch uns in demselben erheben. Die schönen Erfolge der Lick-Sternwarte sind ebensowohl durch die hohe Lage derselben, wie durch die Vorzüglichkeit ihres Fernrohrs bedingt gewesen. Im übrigen verweisen wir Sie auch auf den Sprechsaal S. 321 des ersten Bandes.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Nordlicht, beobachtet in Bossekop (Grönland) am 21. Januar 1839.
Originalzeichnung von H. Harder.



Die Theorie des Polarlichts.

Von Privatdozent Dr. B. Weinstein.

I.

Wie bei so vielen Erscheinungen in der Natur haben wir auch bei den Polarlichtern nicht einen Mangel an Erklärungen, sondern eher einen Ueberfluſs an solchen zu verzeichnen. Weil aber der Reichthum dieser Lichter an besonderen Phänomenen so groſs ist und die Verbindungen mit anderen Erscheinungen so weitverzweigt sich zeigen, weichen die einzelnen Erklärungen, die wir besitzen, derartig von einander ab, daſs eine Ausgleichung nur zwischen wenigen von ihnen möglich ist. In der That sind die Polarlichter, je nachdem das eine oder andere Moment in ihrer Entwickelung und Darstellung als besonders wichtig und entscheidend erachtet wurde, von den verschiedensten Gesichtspunkten aus erklärt worden.

Es könnte nun fraglich erscheinen, ob es zweckmäſsig ist, auch diejenigen Ansichten zur Kenntniſs des Lesers zu bringen, welchen wir nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft nicht mehr beizustimmen vermögen. Indessen ist wohl in jeder Theorie, wenn sie nicht auf übernatürliche Dinge führt, etwas Zutreffendes enthalten; denn indem ja Theorien, mit dem besonderen Zweck, die Erscheinungen zu erklären, aufgestellt werden, müssen sie naturgemäſs wenigstens einem Theil derselben angepaſst sein. Zudem ist die Geschichte der Entwickelung eines Wissenszweiges oft von nicht geringerem Interesse als dieser Wissenszweig selbst, und trägt viel zu einer klaren Einsicht in das Wesen des Gegenstandes bei.

Zwei Fragen sind es, mit denen wir uns in einer Theorie der Polarlichter zu beschäftigen haben: Welcher der gröſseren Gruppen von Naturerscheinungen gehört das Polarlicht an? Wie ist seine besondere Stellung innerhalb dieser umfassenden Gruppe, woher kommt

z. B., wenn man es als ein elektrisches Phänomen betrachtet, die Elektrizität? Nicht alle Theorien suchen beide Fragen zu beantworten, einige beziehen sich mehr auf die erste, andere mehr auf die zweite Frage.

Die ältesten Theorien sind naturgemäfs nicht wissenschaftlicher Art, sie nehmen Götter- oder Geister-Erscheinungen zu Hülfe und sehen in den Polarlichtern überirdische Vorgänge. Bei den Griechen sollen diese Lichter nach de Mairans Vermuthung — des ersten Forschers, der in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ein gröfseres zusammenhängendes Werk über die Polarlichter geschrieben hat — die Versammlungen der olympischen Götter begleitet haben. Um sich den Blicken der Sterblichen zu entziehen, safsen die Himmlischen hinter dem dunklen Segment, wie hinter einem Vorhang; ihre Anwesenheit aber gab sich durch flammende Bogen und zuckende Strahlen kund. Die Römer hatten wohl keine so hohe Vorstellung von der Bedeutung dieser Lichter, sie schrieben sie mehr niederen Geistern und Seelen Verstorbener zu, und fabelten von am Himmel kämpfenden Heeren, herumfliegenden Waffen und abgetrennten Körpertheilen, ja sie wollten auch vom Himmel befremdliche Töne von Kriegshörnern und Schlachtgeschrei herabtönen hören. Doch kommt die Bemerkung des Tacitus in der „Germania", dafs man im Norden die Häupter der Götter und die Sonnenrosse strahlen sehe, der griechischen hoheitvollen Auffassung wohl sehr nahe. Oft sahen sie dieselben als besondere Zeichen der Götter an die Menschen an, die einen, wie Cicero, als Glück verheifsende, die anderen, wie Plinius, als Unheil bringende. Die Chinesen, bei denen infolge der, im ersten Artikel [1]) beschriebenen, geographischen Vertheilung der Erscheinung solche Lichter nur selten und auch nicht in voller Pracht auftreten, sollen dieselben ohne besonderes Interesse betrachtet haben, doch wird diesen Lichtern eine für den regierenden Monarchen verderbliche Wirkung zugeschrieben. Die Ansichten der germanischen und nordischen Völker waren denen der Römer ähnlich, auch hier spielten Kampf und Schlacht die Hauptrolle, oder man sah die auf glühenden Rossen daher stürmenden Walküren.

Es sind auch sehr freundliche Auffassungen des Wesens der Polarlichter zu verzeichnen. Manche Indianerstämme, Eskimovölker und sibirische Nationen glauben, dafs in diesen Lichtern die Geister ihrer Ahnen Tänze aufführen; und in Italien sah man in ihnen nach de Mairan zu der Zeit, da Riesen- und Feenmärchen so willigen Glauben fanden, dafs in den Epen eines Bojardo und Ariosto die Vorgänge in der

[1]) Jahrg. I, S. 234 f.

Welt des Zaubers die natürlichen Ereignisse weit überwuchern konnten, die Paläste und Hallen der Fee Morgana, die auf hohem Berge (dem dunklen Segment) zwischen leuchtenden Säulen und Hainen aus Pinien und Cypressen errichtet waren. Der phantasievolle Pater Kircher soll durch ein Polarlicht sogar zum Feenglauben bekehrt worden sein. Der genannte Forscher führt aus seinen Werken die Stelle an: „Da sah ich die Fee Morgana, von der man so viel spricht und deren Existenz ich seit mehr denn zwanzig Jahren geleugnet habe, und ich sah sie schöner, als man sie je gemalt hatte. Jetzt glaube ich das, was man von ihr erzählt und ich bin überzeugt, dafs sie recht oft erscheint und in Farben glänzt, wie sie nicht die Kunst und selbst nicht die Natur in ihren gewöhnlichen Erscheinungen hervorzubringen vermag.“ Doch dürfte sich freilich manches auch auf die noch jetzt als Fata Morgana bezeichnete Luftspiegelung beziehen.

Im allgemeinen theilten bei den europäischen Völkern im Mittelalter die Polarlichter das Loos der Kometen als Schreckens- und Unglücksboten betrachtet zu werden, und nicht selten scheinen sie, zumal wenn sie sich in einfacherer Form darstellen, mit Kometen verwechselt worden zu sein. Doch besitzen wir aus der Wende des zwölften Jahrhunderts auch nüchterne Ansichten, welche die Polarlichter alles Wunderbaren entkleiden und auf relativ klare physikalische Vorgänge zurückführen, wie sie noch in der neueren und neuesten Zeit zur Erklärung herangezogen werden.

Gehen wir zur Behandlung der wissenschaftlichen Theorien über, so können wir dieselben zunächst in zwei Abtheilungen bringen, je nachdem die Polarlichter als sekundäre Phänomene, gewissermafsen als Schein, betrachtet werden, oder ihnen selbständige Existenz zugeschrieben wird. Wir werden die einzelnen Theorien erst mittheilen, dieselben in einem weiteren Aufsatz auf ihre Stichhaltigkeit prüfen und den Versuch machen, mit Hülfe einiger von ihnen und unter Hinzufügung neuer Ansichten eine allgemeine Erklärung aufzustellen, die, da ja einmal Theorien vergänglich sind, vielleicht wenigstens für einige Zeit ausreichen wird.

In den Theorien der ersten Abtheilung werden die Polarlichter als Reflexionserscheinung angesehen.

Dazu gehören die oben erwähnten aus dem hohen Mittelalter stammenden. In dem in den letzten Jahren des zwölften Jahrhunderts entstandenen „Königsspiegel“ meint der Verfasser (angeführt aus Fritz, das Polarlicht, S. 293): „Einige sagen, das Nordlicht sei der Widerschein des himmlischen Feuers, das gegen Norden und Süden das

Meer begrenzt; andere sagen, es sei der Widerschein der Sonne, wenn sie sich unter dem Horizont befindet, und endlich meinen einige, es sei das Eis, welches während der Nacht das Licht ausstrahle, das es am Tage eingesogen."

Hier haben wir gleich drei Theorien, die alle das Polarlicht als vom Himmelszelt zurückgeworfenes Licht erklären. Die erste von ihnen hat noch die Annahme eines besonderen Feuermeeres zur Grundlage, welches vielleicht aus den Polarlichtern selbst abgeleitet ist. Die beiden anderen geben das Polarlicht für gewöhnliches Sonnenlicht aus; in der einen wird es als eine den Dämmerungen analoge Erscheinung dargestellt, in der anderen wird, wohl um der Schwierigkeit der Annahme einer Dämmerung, die oft so tief in die Nacht hinein dauern soll, zu entgehen, auch dem Eise die besondere Eigenschaft zugeschrieben, die man bei Edelsteinen als thatsächlich vorhanden glaubte, nämlich das Licht der Sonne aufzusaugen und dann wieder auszustrahlen.

Mit einigen Modifikationen sind beide letztgenannten Hypothesen später noch oft wieder aufgenommen worden. Die Dämmerungshypothese ist namentlich mit der Erklärung, die 500 Jahre später Euler für die Polarlichter giebt, verbunden. Wir würden, da diese Hypothese sich den neueren Erfahrungen gegenüber als durchaus unhaltbar erweist, nicht auf dieselbe genau einzugehen haben, wenn nicht der grofse Mathematiker noch einige Nebenannahmen gemacht hätte, die für sich schon das höchste Interesse verdienen. Es ist klar, dafs wenn man einer Dämmerung eine so lange Dauer zuschreiben soll, wie sie sich bei einer etwaigen Erklärung der Polarlichter durch dieselbe als nothwendig erweist, man die Zurückwerfung der Sonnenstrahlen in sehr bedeutender Höhe über der Erdoberfläche mufs vor sich gehen lassen. Nun sah Euler aber die Atmosphäre der Erde als schon in ganz geringem Abstande von derselben (in wenig mehr als einer Meile Höhe) begrenzt an, er mufste also annehmen, dafs auch aufserhalb derselben, aber noch zur Erde als Ganzes gehörig, Massentheilchen vorhanden sind, welche Licht zu reflektiren vermögen. Er dachte sich, dafs die Sonne aufser der allgemeinen mit der Schwerkraft auf der Erde identischen Anziehungskraft noch eine besondere Abstofsungskraft besitzt. Diese sollte Theilchen der Atmosphäre in den Weltenraum hinausjagen und so an der Erde eine ähnliche Bildung hervorbringen, wie wir sie an den Kometen beobachten, also einen Schweif verursachen. Fallen die Sonnenstrahlen auf diesen Schweif, so wird uns derselbe sichtbar und kann je nach den Zusammenballungen, welche in der Masse des Schweifes herrschen, in den verschieden-

artigsten Formen erscheinen, welche eben das Polarlicht darstellen. Es ist bekannt, dafs neuere Beobachtung auf anscheinend ganz anderen Gebieten gleichfalls zur Annahme einer gewissen, wieder durch Repulsionskräfte der Sonne verursachten, Schweifbildung an der Erde geführt haben. In seinem in dieser Zeitschrift veröffentlichten Aufsatz über das Zodiakallicht hat Herr Professor Foerster diese Annahme dargelegt und zur Erklärung des Zodiakallichtes, welches hiernach der Erde angehören soll, und des sogenannten Gegenscheins herangezogen. Doch besitzen wir aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts auch noch eine bemerkenswerthe Aeufserung von Kant, auf welche Fritz hingewiesen hat. „Auf unserer Erde bietet sich eine ähnliche Erscheinung wie das Ausströmen der Kometen, sie bietet sich bei dem Polarlicht. Es sind jedenfalls Wirkungen einer polaren Kraft oder Ursache, gänzlich verschieden von denen der Schwere, vielleicht zusammenhängend mit denen des Erdmagnetismus", sagt unser Philosoph, doch fügt er vorsichtig hinzu „Vergessen dürfen wir bei dieser Analogie nicht, dafs bei dieser Polarausströmung noch kein Zusammenhang mit der Stellung der Sonne nachgewiesen ist". Von Interesse ist noch, dafs Euler die Abstofsungskraft insbesondere den Strahlen der Sonne zuschreibt, de Mairan, welcher in seinem Werke bemüht ist, die Eulersche Theorie als unrichtig nachzuweisen, sah sich darum veranlafst, die Sonnenstrahlen auf diese Eigenschaft hin zu untersuchen, und der Apparat, den er sich zu diesem Behufe vor nunmehr nahezu 150 Jahren konstruirt hat, ist nichts anderes als ein Radiometer, auch die Erklärung, die er für die beobachtete radiometrische Bewegung giebt, ist im wesentlichen die nämliche, welcher jetzt die meisten Physiker huldigen.

Auch S. Gravesande reiht in seinen im Beginn des vorigen Jahrhunderts erschienenen Physices Elementa die Polarlichter ohne weiteres den Dämmerungserscheinungen an.

Weniger bedeutend ist die Ausbildung, welche die dritte Reflexionshypothese im Laufe der Zeit erfahren hat, sie tritt in sonst unveränderter Gestalt bei Des Cartes und mehreren Gelehrten des 17. und 18. Jahrhunderts auf und hat noch vor wenigen Jahrzehnten von Wolfert eine Neubearbeitung erfahren. Meist liefs man die nicht nachzuweisende dem Eise zugeschriebene Eigenschaft, Licht aufzusaugen und später auszustrahlen, fallen, dachte sich die Strahlen einfach am Eise nach oben reflektirt werden und nahm neben der Zurückwerfung derselben von den Lufttheilchen noch Zurückwerfung und Brechung an den in der Luft reichlich vorhandenen Eisnadeln zu Hülfe. Man

suchte auch nordlichtartige Erscheinungen durch das Experiment hervorzubringen, indem man Licht durch Glasprismen gehen liefs.

In den Theorien der zweiten dem Phänomen besondere Existenz zuschreibenden Abtheilung betrachtet man die Polarlichter als eigenes Licht aussendende Erscheinungen; man nimmt in ihnen an, dafs in den Polarlichtern irgend etwas glüht und uns so Licht zusendet. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Theorien liegen in den Angaben über das Substrat, welches glühen soll und über die Art, wie das Glühen veranlafst wird. Nur um bestimmte Klassen zur Einreihung der verschiedenen Theorien zu haben, wollen wir dieselben in mechanisch-chemische, magnetische und elektrische eintheilen; der Leser wird bald bemerken, dafs Theorien der nämlichen Klasse doch in ihrem Wesen himmelweit von einander verschieden sein können, später wenn das Prinzipielle klarer erkannt ist, wird sich eine natürlichere Eintheilung von selbst ergeben.

Zu den mechanisch-chemischen Theorien gehören alle diejenigen, welche das Glühen in den Polarlichtern durch mechanische Vorgänge, insbesondere durch Reibung während einer Bewegung, oder durch gewisse chemische Verbindungen hervorgebracht ansehen. Was da glüht, sind Theilchen der Luft oder Dünste oder in der Luft sich bewegender Staub von Eisen, Schwefel oder andere, etwa aus dem Himmelsraum uns zukommende Materie.

In dieser Klasse überragt alle an tiefer Durcharbeitung und allgemeinerer Bedeutung die Theorie von De Mairan. Dieser bereits mehrfach erwähnte Forscher betrachtet die Polarlichter als aus glühenden Massen bestehend, welche ursprünglich der Sonne angehörten. Er beruft sich auf die bekannte Erscheinung des Zodiakallichtes. Dieses Licht werde uns von nichts anderem als einer die Sonne umhüllenden Atmosphäre zugestrahlt, und aus der Lage dieser Erscheinung gegen die Bahn der Erde und der Ausdehnung derselben wird geschlossen, dafs die Sonnenatmosphäre oft über diese Bahn hinausreicht und von der Erde zumal in dem Halbjahr der Sonnennähe, dem Winterhalbjahr, durchschnitten wird. Die Sonnenatmosphäre kann selbstleuchtende Theilchen enthalten, wird aber hauptsächlich aus dunkelen Theilchen bestehen. Die Theilchen werden von verschiedener Gröfse, einige gröber, andere feiner sein. Fährt die Erde durch die Sonnenatmosphäre hindurch, so überwiegt ihre Anziehung auf die umgebenden Theile dieser Atmosphäre diejenige der so weit entfernten Herrscherin derartig, dafs diese Theile auf sie herabfallen. Sie kommen so in die

Atmosphäre der Erde und indem sie im Fallen gegen diese reiben, gerathen sie (wie die Sternschnuppen und gröfseren Meteore) zum Theil in Brand. Wegen des Luftwiderstandes fallen die gröberen Theilchen rascher zur Erdoberfläche als die feineren, und indem De Mairan annimmt, dafs diese gröberen Theilchen auch schwerer in Gluth gerathen als die feineren, sieht er in ihnen die Grundlage des dunkelen Segments, um welches sich die feineren leuchtenden Theilchen herumlagern. Die allgemeine Anordnung der Theilchen wird natürlich aus konzentrischen Schichten bestehen, daher nach De Mairan die bogenförmige Ausbildung der Polarlichter, im übrigen wird dieselbe auch von etwaigen Fluktuationen in der Atmosphäre der Erde wie der Sonne abhängen. Weil ferner die Zentrifugalkraft der Erde von dem Aequator nach den Polen hin abnimmt, wird die fremde Materie sich hauptsächlich in den Polargegenden ansammeln.

De Mairan giebt dann eine noch jetzt in ihren Grundzügen als stichhaltig anzusehende Darlegung der eigentlichen in einem im ersten Jahrgang dieser Zeitschrift erschienenen Artikel über das Polarlicht[2]) beschriebenen Konfiguration der Polarlichttheile und weifs diese und was sich zumal auf die jährliche Periode der Polarlichter bezieht[3]) aus seiner Hypothese zu erklären. Die Theorie ist aufserordentlich kühn und grofsartig entworfen; erst in unserer Zeit wieder, hat ein Forscher, Wilhelm Siemens, die Idee gehabt, dafs uns von der Sonne auch Materie zukommen kann, allerdings in ganz anderer Weise als in De Mairans Annahmen, und mit aus anderen Gesichtspunkten beurtheiltem Erfolg. Wir werden diese Idee dem Leser später noch auseinander zu setzen haben.

Besitzt der Mond eine Atmosphäre — was allerdings nicht der Fall zu sein scheint — oder enthält das Zodiakallicht selbst leuchtende Theile, so müfste man auch auf diesem unserem Trabanten unter Umständen Polarlichter bemerken. Wirklich führt De Mairan eine sonderbare Beobachtung am Monde an, die er für ein Polarlicht zu deuten geneigt scheint, nämlich am 11. April 1742 soll Jacquier, als er die Bedeckung der Zwillinge durch den Mond beobachtete, von diesem Himmelskörper eine leuchtende Masse haben ausgehen sehen, von ganz exorbitanter Gröfse, in der Länge doppelt so ausgedehnt wie der Mond, und auch 2 Tage vorher wollten einige vom Monde eine Feuermasse hervorschiefsen bemerkt haben. Die neuere Zeit weifs nichts von solchen grofsen Vorgängen auf dem anscheinend in nunmehr gleichförmiger Ruhe verharrenden Himmelskörper.

[2]) Jahrgang I, S. 257 f. — [3]) Jahrgang I, S. 360 f.

Man kann sogar noch weiter gehen und aus dieser Theorie auch für die inneren Planeten solche Lichter folgern. An der Venus hat man schon manchmal eine Lichtentwickelung beobachtet, die nicht als von der Beleuchtung derselben durch die Sonne herrührend gedeutet werden kann, weil sie auf Theilen derselben erschienen ist, die vermöge der Stellung, welche dieser Planet gerade zur Sonne und zur Erde einnimmt, uns dunkel erscheinen müfsten, denn Venus „ahmt die Figuren des Mondes nach."

Derartige Beobachtungen eines aschfarbenen Lichtes, „ja eines eigenthümlichen Lichtprozesses" (Humboldt im 3. Bande des Kosmos) sind von Christian Mayer, William Herschel, Harding und anderen gemacht worden und liegen nach Fritz in seinem zitirten Werke aus den Jahren 1721, 1726, 1739, 1759, 1796, 1806 (2 mal), 1825, 1865, 1871 (3 mal) vor, und das sind Zeiten, in denen auch auf der Erde besondere Polarlichtentwickelungen zu verzeichnen gewesen sind. Da die Venus der Sonne um 5 Millionen Meilen näher steht als die Erde, müfsten auf ihr, wenn die Mairansche Hypothese stichhaltig ist, viel öfter Polarlichter sich zeigen als auf der Erde. Dem scheint jedoch nicht so zu sein, vielmehr schliefsen sich die Lichtentwickelungen auf der Venus, der obigen Bemerkung zufolge ungefähr den Polarlichtentwickelungen auf der Erde an; wir werden später sehen, welche Schlüsse aus solchen Coinzidenzen, falls die Lichtentwickelungen auf der Venus wirklich unseren Polarlichtern analoge Erscheinungen sind, für die Bedeutung des ganzen Phänomens zu ziehen sind.

Bei Merkur scheinen ähnliche Beobachtungen noch nicht gemacht worden zu sein. Von den äufseren Planeten zeigt Jupiter manchmal gewisse Lichtentwickelungen, für diese jedoch verlangt die Mairansche Hypothese nicht durchaus Polarlichter.

Verwandt mit dieser Mairanschen Theorie sind diejenigen Theorien, welche in den Polarlichtern glühende Meteorstaubmassen sehen. Die Erfahrungen und eingehenden Untersuchungen unserer Zeit haben nämlich auf das entschiedenste nachgewiesen, dafs unser Sonnensystem aufser von den Planeten und Kometen noch von Körperchen, Meteoriten, belebt wird, welche in grofsen Zügen die weiten interplanetaren Räume durcheilen. Geräth die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne in einen solchen Schwarm von Meteoriten, so fahren diese durch ihre Atmosphäre und gerathen dabei in Brand. Nach den Meteoritentheorien bestehen also die Polarlichter aus ganzen, so ins Glühen gekommenen Meteoritenhaufen, und so wird auch hier diesen

Lichtern wie bei De Mairan ein aufserirdischer Ursprung zugeschrieben. Es wird noch zur Erklärung der magnetischen Verhältnisse der Polarlichter hinzugefügt, dafs die Meteoriten dem gröfsten Theil nach Eisenpartikelchen bilden, in der That bestehen ja viele der sogenannten Meteorsteine der Hauptmasse nach aus Eisen. Ihre Ausbildung haben diese Theorien erst in den letzten Dezennien erhalten, E. H. von Baumhauer, Olmstedt und Zehfufs haben sich an ihrer Bearbeitung betheiligt. Es ist zu erwarten, dafs von den in den Polarlichtern verbrannten Meteormassen auch Spuren auf der Erdoberfläche aufzufinden sein würden. Wirklich hat Nordenskjöld auf seinen Polarfahrten oft im Schnee Eisenstaub konstatiren können, und nach Pictet sollen, wie Fritz mittheilt, in Spanien und nach dem grofsen Nordlicht vom Februar 1872, auch in Ober-Italien bedeutende Staubfälle beobachtet sein.

Die anderen Theorien schreiben den Polarlichtern einen mehr irdischen Ursprung zu. Es wird angenommen, dafs von der Oberfläche der Erde Dünste aufsteigen, welche sich wie jene himmlische Materie in höheren Regionen der Atmosphäre entzünden können. Die Entzündung wird durch eine Verbindung von Eisentheilchen mit Schwefelpartikeln, welche aus den Vulkanen der Polargegenden herstammen sollen, erklärt oder von vornherein den betreffenden Dünsten, wenn sie ihre Feuchtigkeit abgegeben haben, als besondere Eigenschaft zugeschrieben, oder wird, wie es von Musschenbroeck geschieht, aus einem Gährungsvorgange abgeleitet, welcher eintreten soll, indem diese Dünste mit anderen heterogenen Dünsten der Luft sich mischen oder endlich durch Konzentration ganzer Massen als so entstanden angesehen, wie die von nassem Heu, welches in einem Haufen aufgeschichtet ist.

Hierher gehört auch die Kirwan-Parrotsche Theorie, welche Muncke in dem Physikalischen Lexikon einer so eingehenden Widerlegung gewürdigt hat. Nach dieser soll das Polarlicht aus verbrennendem Wasserstoff bestehen. Fäulnifs, Vulkanausbrüche und andere Ursachen erzeugen hauptsächlich in der äquatorialen Zone eine Menge Wasserstoff, welcher seiner Leichtigkeit wegen in die Höhe steigt und den Polargegenden zuströmt. Dort wird derselbe, nach Kirwan durch elektrische Funken, nach Parrot durch in Brand gerathene Sternschnuppen, entzündet und bietet uns im Glühen die Erscheinung der Polarlichter.

Zuletzt erwähnen wir in dieser Klasse noch eine Theorie, die gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts von einem Unbekannten gegeben

wurde. Aus dem Innern der Erde soll durch Poren, die in den Polargegenden angenommen werden, Materie in die Luft strömen, sich dort auf mechanischem oder chemischem Wege entzünden und die Polarlichter bilden. Diese Theorie weifs auch die Thatsache zu erklären, dafs die Polarlichtentwickelungen an gewisse Perioden gebunden sind, es wird in ihr angenommen, dafs die Ausströmungsporen der Erde bald offen, bald verstopft sind. So wunderlich eine solche Hypothese erscheint, so ist sie doch nicht ganz ohne Bedeutung, weil sie aus Ideen hervorgegangen ist, welche, wie bald erwähnt wird, bei der Erklärung des Magnetismus und insbesondere des Erdmagnetismus einst eine grofse Rolle gespielt haben und in abgeklärterer Gestalt anderen wichtigen Meinungen der Neuzeit nicht fern stehen. Sie führt uns auch zu den Theorien der zweiten Klasse über, zu der magnetischen, denn sie hat einige Aehnlichkeit mit der Haupttheorie dieser Klasse, die von keinem geringeren als Edmund Halley im zweiten Decennium des vorigen Jahrhunderts aufgestellt ist.

Halleys Theorie des Polarlichtes ist aus einer Hypothese über die Ursache des Erdmagnetismus entstanden, welche auf den ersten Blick nicht anders als einigermafsen abenteuerlich erscheint.

Zur damaligen Zeit dachte man sich nämlich die magnetischen Eigenschaften der Körper entweder dadurch hervorgebracht, dafs — wie in einem sehr interessanten Werklein von 1697 „Neu erfundene Mathematische Kuriositäten“ — erzählt wird, ein magnetisches Wesen, worunter ein gewisses feines Fluidum zu verstehen ist, aus einem Pol durch Poren ausströmt und zum andern wieder in den betreffenden Körper einströmt, oder man stellte sich vor, dafs ein solches Fluidum aus jedem Pol ausströmt, im Aufsenraum umbiegt in der Mitte des Magnets in diesen wieder einströmt und nach dem andern Pol geht, um dort wieder auszuströmen. Da man schon vorher erkannt hatte, dafs die Erde als Magnet angesehen werden könne, schrieb man auch dieser ein solches Cirkulationssystem von magnetischem Fluidum zu, Halley nahm aber noch weiter an, dafs dieses Fluidum im Innern der Erde und kurz nach seinem Ausströmen, also in den höheren Breiten, selbst leuchte und so die Polarlichterscheinungen hervorbringe. Das Leuchten der Materie im Innern der Erde hat Halley ursprünglich einer Phantasie zu Liebe eingeführt, denn er dachte sich, um die Variationen, die wir in ihrem Magnetismus bemerken, zu erklären, die Erde hohl und im Innern mit einer zweiten kleinen Erde versehen, die sich noch besonders drehen sollte, glaubte dann dieser zweiten Erde gleichfalls lebende Wesen als Bewohner zuschreiben zu dürfen

und liefs ihnen durch die magnetische Materie Licht zustrahlen. In ähnlicher Weise hat in unsern Tagen Jules Verne in einem seiner wunderlichsten Phantasiestücke, in der Reise nach dem Mittelpunkt der Erde, die Unterwelt durch elektrisch leuchtende Wolken erhellt.

Die magnetische Theorie Hiorters, des Mitarbeiters von Celsius, soll der von Halley entsprechen.

Aufserordentlich reichhaltig an einzelnen Hypothesen ist die Klasse der elektrischen Theorien. Wir haben hier diejenigen Theorien, welche die gewöhnliche Elektrizität, wie sie etwa durch Reibung entsteht, von denen welche elektrische Ströme (Volta-Elektrizität) zu Hülfe nehmen, zu trennen.

Den Anstofs zur Entstehung dieser Theorien hat Canton gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts gegeben. Er nahm eine luftentleerte geschlossene Glasröhre und brachte dieselbe in die Nähe einer Elektrisirmaschine. Setzte er die letztere in Gang, so sah er innerhalb der Röhre eine Lichterscheinung auftreten, welche ihm die gröfste Aehnlichkeit mit der der Polarlichter zu haben schien. Da er die Lichterscheinung in der Röhre dem Durchgang der Elektrizität durch dieselbe zuschrieb, schlofs er, dafs auch die Polarlichter durch elektrische Entladung in den hohen Regionen der Atmosphäre entstehen, woselbst die natürliche geringe Dichtigkeit der Luft der in der Röhre künstlich hervorgebrachten entspricht. Die hierzu nöthige Elektrizität dachte er sich durch die wechselnde Wärme und Kälte hervorgebracht. Vor wenig mehr als anderthalb Decennien hat Lemström, dessen Theorie wir bald zu schildern haben werden, Cantons Versuch zur Ausführung eines ganzen Apparats verwerthet, welcher diese künstliche Darstellung dem Ansehen der Polarlichter noch näher bringt; er befestigte eine grofse Zahl solcher evakuirter Röhren im Kreisbogen und brachte unterhalb dieses Bogens in dessen Zentrum eine elektrisirte oben mit Spitzen versehene Metallkugel. Die Röhren begannen gleichzeitig zu leuchten und ahmten so einen ganzen Polarlichtbogen nach. Zur Verstärkung des Leuchtens waren die dem elektrisirten Körper abgewandten Enden der Röhren durch Drähte zur Erde besonders gut abgeleitet. Dieser Polarlichtapparat war zweimal ausgestellt, 1875 in Paris und kurz darauf in London.

Cantons Theorie ist gleich bei ihrem Bekanntwerden mit grofser Wärme aufgenommen worden, Priestley meinte, dafs an einer elektrischen Natur der Polarlichter nunmehr nicht mehr gezweifelt werden könne, und Lichtenberg, Philosoph, Humorist und Physiker in einer Person, präzisirte sie näher dahin, dafs am Nordpol die in den Polar-

lichtern sich entladende Elektrizität positiv, am Südpol negativ sein sollte.

Demgemäfs unterscheiden sich die anderen entsprechenden Theorien, welche auf Grund der Erscheinungen der Reibungselektrizität im vorigen Jahrhundert noch aufgestellt worden sind, im wesentlichen nicht von der Cantonschen Ansicht, nur über den Ursprung der in den Polarlichtern sich entladenden Elektrizität sind eine Reihe von abweichenden Meinungen zu verzeichnen. Franklin insbesondere nahm an, dafs die Elektrizität aus dem Salze der Meere stamme, aus welchem sie beim „Schlagen" des Wassers frei würde, Dünste und Wolken sollen diese Elektrizität in den vom Aequator polwärts ziehenden Luftströmen nach den Polargegenden fortführen, wo sie sich in der Umgebung von kälteren und feuchteren Wolken von Wolke zu Wolke entladet und so die Nordlichter hervorbringt. Das dunkle Segment sah Franklin als verdichtete Polarluft, J. T. Mayer als Dunst der Polarzonen an.

Andere liefsen die nöthige Elektrizität in den Polargegenden selbst entstehen. So sollte sie durch Erzitterungen, welche die Sonnenstrahlen, da sie die Luft daselbst nicht mehr zu erwärmen vermögen, als Ersatz hervorbringen, ins Leben treten. James Rofs, der kühne Erforscher der antarktischen Meere, glaubte, dafs sie bei der Berührung feuchter Dünste mit dem Eise entstehe, denn er sah oft die Spitzen der Eisberge im elektrischen Lichte erglühen. Es würde ermüden, alle Hypothesen über den Ursprung der Polarlichtelektrizität namentlich anzuführen; man weifs ja, dafs über die Quelle der Gewitterelektrizität an 30 Ansichten geäufsert sind, welche nach und nach so wie die Kenntnifs der elektrischen Erscheinungen anwuchs, sich von selbst darboten, und all diese Ansichten können mit geringen Modifikationen auch für die Polarlichtelektrizität geltend gemacht werden. Einige von ihnen werden bei den folgenden Theorien Erwähnung finden.

Gehen wir in der chronologischen Entwicklung der elektrischen Hypothesen weiter, so stofsen wir auf zwei Theorien, die darum besonders hervorgehoben werden müssen, weil sie, zur Erklärung der magnetischen Eigenschaften der Polarlichter, aus einer Verbindung der magnetischen Ansichten mit den elektrischen entstanden sind. Es sind das die Theorien von Dalton und von Biot aus dem Beginn unseres Jahrhunderts. Mit den magnetischen Hypothesen haben diese Theorien gemein, dafs das den Polarlichtern zu Grunde gelegte Substrat als magnetische Materie vorausgesetzt wird, aber nicht als das Agens, welches, wie bei Halley, durch seine Zirkulation um die Körper diese

magnetisch macht, sondern einfacher als wirkliche Materie mit magnetischen Eigenschaften. Von den elektrischen nehmen sie die Elektrizität als Ursache für das Leuchten dieser Materie. Dalton setzt voraus, dafs in der Luft ganze Säulen solcher eisenhaltigen Materie schweben, welche von Elektrizität durchzogen werden und so leuchten, wie verdünnte Luft in Röhren im Cantonschen Versuch. Wie Dalton sich die Herkunft dieser Materie und der Elektrizität, die sie ins Glühen bringt, gedacht hat, weifs ich nicht anzugeben. Biot, in seiner entsprechenden Theorie, leitet die magnetische Materie aus den Vulkanen her, von welchen nach seiner, wohl aus der Existenz von Vulkanen auf Island und Kamtschatka geschöpften, Ansicht die Polarzone umgeben sein soll. Die Elektrizität, deren er bedarf, soll diejenige sein, welche auch sonst in der Luft vorhanden ist, und diese Materie darum durchziehen, weil dieselbe verschieden elektrisirte Luftschichten durchquert. Das Leuchten kommt dann an denjenigen Stellen zu stande, an welchen die Materie Unterbrechungen besitzt. Ziehen diese Massen weiter zum Aequator, so kommen sie allmählich aus senkrechter Lage in mehr wagerechte, also in gleichmäfsig elektrisirte Luft, haben demgemäfs keine Elektrizität mehr auszugleichen. Darum sieht man die Lichter um so seltener, je näher man dem Aequator kommt.

Mehr ins einzelne gehen zwei andere Theorien ein, von de la Rive und Lemström, beide in den letzten Jahrzehnten erst entstanden. Nach de la Rive ist die Quelle der in den Nordlichtern sich entladenden Elektrizität in der Verdampfung zumal des salzhaltigen Meereswassers zu suchen. Bei dieser Verdampfung wird positive Elektrizität frei und von dem Wasserdampf in die Höhe mitgenommen, negative bleibt zurück und bildet einen Theil der negativen Ladung, welche die Erde nach Peltier besitzen soll. Da die Verdampfung hauptsächlich in den warmen äquatorialen Gegenden der Erde vor sich geht, hat man auch hier den eigentlichen Heerd der Elektrizitätsentwickelung zu suchen. Steigen nun die Dämpfe in die Höhe, so ballen sie sich zu Wolken zusammen, dabei tritt eine Kondensation derselben ein und die Elektrizität wird auf engen Raum zusammengedrängt. Sie gewinnt dadurch eine bedeutende Spannung, und so entladet sich ein Theil derselben schon am Ursprungsorte in den bekannten gewaltigen Gewittern der Tropen. Ein anderer Theil zieht mit den Wolken und den Luftströmungen beiderseits nach den Polen hin, verstärkt sich unterwegs durch neue aus Reibung der Luftschichten gegeneinander oder gegen Wasserdampf u. s. f. entstandene

Elektrizität, kondensirt sich in den kalten Gegenden der Polarzonen noch weiter und entladet sich zur Ausgleichung der Spannung gegen die Erdoberfläche in den Polarlichtern. Dafs diese Entladung an den Polen anscheinend eine so ganz andere ist als an dem Aequator, wird dadurch erklärt, dafs am Aequator die Luft in den oberen Regionen trocken ist und derselben einen so bedeutenden Widerstand entgegensetzt, dafs die Ausgleichung nur gewaltsam geschehen kann, an den Polen dagegen soll die Luft feuchter sein und darum dem Durchgang der Elektrizität geringeren Widerstand entgegensetzen, und so geschieht deren Uebergang wie durch Leitung in stetiger geräuschloser Weise. Wo die Entladung in genügend dünner Luft vor sich geht, geschieht sie, wie in der Cantonschen Röhre in leuchtender Form, und bildet die Lichtmassen, die wir in den Polarlichtern bewundern. Polarlichter und Gewitter würden darnach gleichen Ursprung haben und nur in der Erscheinung von einander abweichen wegen der verschiedenen Verhältnisse, unter denen sie zur Entwickelung kommen. Hier verschmilzt die Theorie der Polarlichter ganz mit der der Gewitter. De la Rive hat auch einen Apparat zur Nachahmung der Polarlichterscheinungen konstruirt, auf dessen Bedeutung und Einrichtung wir später bei der Diskussion der hier vorgetragenen Theorien zu sprechen kommen werden.

Lemströms Theorie stützt sich auf die Annahme, dafs in der Luft positive Elektrizität vorhanden ist, die Erde dagegen gemäfs der bereits erwähnten Hypothese von Peltier, stets negative Ladung besitzt. Dazu benutzt derselbe noch die Beobachtung, dafs Luft, wenn dieselbe so weit verdünnt ist, dafs ihr Druck nicht mehr als etwa $^1/_{150}$ von dem gewöhnlichen Luftdruck beträgt, sich gegen Elektrizität wie ein Leiter, etwa wie Metall, verhält. Sinkt der Druck noch weiter oder steigt derselbe, so nimmt die Leitungsfähigkeit wieder ab, bei einem Druck, der etwa $^1/_{15}$ eines Atmosphärendruckes erreicht, vermag die Elektrizität nicht mehr in kontinuirlicher Weise, selbst nicht wie durch einen schlechten Leiter, hindurch zu gehen, sondern kann sich nur in Funken, wie ein Gewitter entladen, hier zeigt die Luft die Eigenschaften eines Isolators. Wir können also die Verhältnisse so ansehen, als ob die Erde zunächst von einer isolirenden Luftschicht, sodann in höheren Regionen von einer leitenden umgeben ist, die sie wie eine Schale einschliefst. Da nun die Dichtigkeit der Luft an den Polen der Erde mit wachsender Höhe verhältnifsmäfsig rascher abnehmen mufs als am Aequator, weil hier die Luft durch die Wärme an sich schon stark aufgelockert ist und ihr Gesammtdruck doch nicht

viel kleiner ist als an den Polen, so wird diese leitende Schale an den Polen der Erdoberfläche näher kommen als am Aequator. Die Schale soll positive Elektrizität besitzen, die Erde negative; die beiden Elektrizitäten werden sich also anziehen und zwar, wegen ihrer gröfseren Nähe an den Polen, dort stärker als am Aequator und weil die Schale wie ein Leiter ihrer Elektrizität freie Bewegung gestattet, wird diese nach den polaren Theilen zuströmen und so dort besondere Anhäufungen bilden. Schliefslich, wenn diese Anhäufungen zu stark geworden sind, beginnt die Entladung aus der Schale nach der Erde, die sich Lemström in ganz derselben Weise vor sich gehen denkt wie die anderen Forscher. Woher die positive Elektrizität der Luft kommt, darüber hat Lemström keine eigene Annahme gemacht, er scheint dieselbe aus Quellen abzuleiten, welche ihr Edlund eröffnet zu haben glaubte. Doch hat er sich mit Erfolg bemüht, den Strom der Elektrizität von der Luft zur Erde direkt nachzuweisen. Hoch im nordischen Finnland nahe der hier durchziehenden Zone gröfserer Polarlichthäufigkeit befestigte er zu wiederholten Malen in verschiedenen in den Jahren 1871 bis 84 ausgeführten Expeditionen zu weiten Spiralen gewundene mit nach oben gerichteteten Spitzen versehene Drähte auf isolirenden Stützen auf nur wenige hundert Meter hohen Bergen. Von diesen Spiralen führten Leitungen zu Galvanometern, welche ihrerseits entweder mit anderen ähnlichen Spiralen oder mit der Erde in Verbindung standen. Ströme, welche aus der Luft in die Spiralen traten, mufsten sich dann an den Ausschlägen, zu welchen sie die Galvanometernadeln zwangen, verrathen. Lemström ist auf diese Weise zu folgenden Ergebnissen gelangt

1. In horizontaler Richtung (über gleich hoher Fläche) fand in der Luft keine Entladung von Elektrizität statt.

2. In vertikaler Richtung ging die Entladung von der höheren Stelle zu der tieferen, wenigstens wenn beide Stellen mehrere Meter hoch über dem Erdboden gelegen waren; in der Nähe des Erdbodens war das Verhältnifs das umgekehrte, woraus folgen würde, dafs hier die negative Elektrizität der Erde die positive der Luft unmittelbar neutralisirt.

Manchmal zeigte sich ihm und seinen Assistenten der Uebergang der Elektrizität aus der Luft in die Spiralen oder umgekehrt auch in leuchtender Form.

Das Gegenstück zu dieser Theorie bildet die Erklärung, welche Planté, der erste Hersteller neuerer elektrischer Akkumulatoren, sich erdacht hat. Nach ihm ist die Erdmasse durchaus und von Anbeginn

an mit positiver Elektrizität versehen. Diese Elektrizität strahlt nun wie aus dem Konduktor einer Elektrisirmaschine in die Luft aus oder wird durch verdampfende Wassermassen und bei vulkanischen Ausbrüchen durch in die Höhe geschleuderte Körper in die Luft entführt, von dort gelangt sie, wo, wie in den Aequatorialgegenden, die Erdoberfläche von einer feuchten Hülle umgeben ist, durch Gewitterentladungen zum Theil zur Erde zurück, wo aber, wie in den polaren Zonen, trockene Luft den Rückweg verschliefst, dagegen Dämpfe und Eisnadeln die Weiterbewegung erleichtern, zieht sie in die höchsten Regionen der Atmosphäre und wird in den weiten Weltraum, den Planté sich als leitend vorstellt, verbreitet. Bei diesem Uebergang tritt sie, wo sie sich zwischen Dünsten, Eisnadeln und Staub entladet, als Lichterscheinung auf. Die merkwürdigen Versuche Plantés, welche ihm für fast alle augenfälligen Vorgänge in den Polarlichtern Analogien bei elektrischen Entladungen geliefert haben, werden später beschrieben werden.

Aufserhalb der Erde sucht die Theorie, welche von Wilhelm Siemens aufgestellt ist, die Quelle der Polarlichtelektrizität. Diese Theorie ist ursprünglich zur Erklärung der Erhaltung der Sonnenenergie erdacht, hat sich aber auch für die Aufklärung elektrischer Erscheinungen unserer Erde als sehr geeignet erwiesen. Nach Siemens übt die Sonne durch die Rotation um ihre Achse zunächst eine gewisse Aspirationswirkung auf die sie im Raume umgebende (als gasförmig angenommene) Materie aus. Die Materie wird an den Polen, wo die Zentrifugalkraft verschwindet, angesaugt und bewegt sich längs der Sonnenoberfläche vom Süden und Norden nach den äquatorialen Gegenden, wo sie aber durch die bedeutende Zentrifugalkraft wieder in den Weltraum getrieben wird.

Von den Prozessen, die sie während ihres Aufenthaltes auf der Sonne durchmacht, hat für uns einer besonderes Interesse, die Reibung gegen die Sonnensubstanz, die anderen dienen dem Zwecke, zu welchem die Hypothese konzipirt worden ist. Die Reibung aber macht diese Materie elektrisch, und wenn sie von der Sonne wieder abgestofsen wird, führt sie ihre Elektrizität in den Raum mit hinaus.

Es kann nun nicht fehlen, dafs solche Materie auf ihrer Wanderung von der Sonne auch in den Wirkungskreis der Erde hineingelangt, und hier mufs sie vermöge ihrer Ladung elektrische Vertheilungen und Entladungen hervorrufen, die unter Umständen die Gestalt der Polarlichter annehmen.

Zu den elektrischen Theorien dieser Art haben wir auch die-

jenigen zu zählen, welche den als Lichtträger bekannten Aether zur Grundlage unserer Erscheinung machen, denn bekannten Ansichten zufolge wird Aether geradezu als Elektrizität der einen und anderen Art aufgefafst. So hat Hammerschmied im Beginne des vergangenen Dezenniums eine Aethertheorie vorgetragen, welche anscheinend ganz der Theorie von de la Rive entspricht, nur dafs überall statt Elektrizität Aether gesetzt wird; er dachte sich, dafs der Wasserdampf, indem er in äquatorialen Gegenden aufsteigt und nach den Polen zieht, Aether mit sich nimmt und diesen bei der Kondensation wieder frei läfst. In den wärmeren Zonen manifestirt sich der freie Aether in den Gewittern, in den kälteren, wo er in regelmäfsige Schwingungen geräth, wohl in Schwingungen, wie man sie bei der Fortpflanzung des Lichtes dem Aether zuschreibt, als Polarlicht. Nahezu hundert Jahre vorher soll Höslin nach Fritz die Quelle der Polarlichter in der Reibung des Aethers gegen den Mond gesucht haben, und in unserem Dezennium ist eine Theorie entstanden, welche gleichfalls die Wirkung eines Himmelskörpers auf den Aether voraussetzt, aber dazu die Erde selbst nimmt und an Stelle der Reibung die Verdichtung setzt. Es ist hiermit die wohldurchdachte Theorie eines der Theilnehmer an der österreichischen internationalen Polarexpedition von 1882/83, Unterweger, gemeint. Der Weltenraum wird, wozu auch die ganze neuere Entwickelung der Physik führt, als mit Aether angefüllt gedacht, innerhalb dieses Aethers und zum Theil von ihm durchdrungen eilt die Erde in ihrer Bahn, mufs also den Aether, wenn er nicht völlig freien Durchgang durch ihre Masse findet, vor sich verdichten und hinter sich verdünnen, wie ein Körper, der sich in der Luft bewegt, diese vor sich herschiebt und hinter sich nachzieht. Am stärksten ist die Verdichtung in derjenigen Richtung, nach welcher die Bewegung gerade hingeht. Nun dreht sich die Erde auch noch um ihre Achse, also werden in Bezug auf die Bewegungsrichtung immer andere Stellen derselben vorn beziehungsweise hinten liegen, und so wird an einem Orte bald Verdichtung des Aethers herrschen und nach 12 Stunden eine entsprechende Verdünnung. Identifiziren wir Verdichtung von Aether mit Ansammlung positiver, Verdünnung mit solcher negativer Elektrizität, so wird also die Erde stets auf einer Seite positiv, auf der anderen negativ geladen sein. Nun strebt noch der Aether, die Verschiedenheiten in der Dichtigkeit seiner Masse auszugleichen, daraus resultirt eine Zirkulation, welche den Aether um die Erde von der vorderen Seite nach der hinteren herumführt und welche wir als elektrische Entladung wahrnehmen. Bei der Lage der Erdachse zu

ihrer Bahnebene mufs diese Zirkulation, wie leicht einzusehen ist, vornehmlich um die Pole herumgehen, dort würden sich also die Zirkulationslinien besonders zusammendrängen, wodurch erklärlich wird, warum die Polarlichter, wie ihr Name schon besagt, ihre eigentliche Heimath in den Polarzonen besitzen. Unterweger führt die Rechnungen für diese Verschiebung des Aethers um die Erde genauer durch, und es gelingt ihm auch, manche Einzelheit in dem Ansehen und der Vertheilung der Lichter nach Raum und Zeit durch seine Theorie darzustellen.

Wir wenden uns nunmehr zu denjenigen Theorien, welche in den Polarlichtern Erscheinungen und Wirkungen elektrischer Ströme sehen, und die wir zweckmäfsig als elektromagnetische Theorien bezeichnen können.

Den Uebergang bilden die Theorien von Hansteen und Muncke. Nach dem berühmten Forscher auf dem Gebiete des Erdmagnetismus, Hansteen, „bestehen die Polarlichter aus einer grofsen Menge untereinander paralleler, in der Richtung der Inklinationsnadel (das ist der erdmagnetischen Kraft) aufsteigender Strahlen oder Lichtcylinder. Die Richtungen dieser Strahlen liegen in einem Kreise, dessen Mittelpunkt der jedesmalige Magnetpol der Erde ist.“ Hansteen, welcher für jede Halbkugel 2 solche Magnetpole annahm, bestimmte als diese Mittelpunkte die stärkeren dieser Pole, wir wissen jetzt, dafs jede Hälfte der Erde nur einen Pol besitzt (es kann auch, wie von Gaufs mathematisch bewiesen wurde, jede Hälfte immer nur eine ungerade Zahl 1, 3, 5, ... Pole aufweisen), aber die von Hansteen angenommenen Pole sind gerade diejenigen, die wir auch jetzt noch als solche ansehen. Wesentlich ist die ringförmige Anordnung der Strahlen, neuerdings hat Nordenskjöld die Behauptung aufgestellt, dafs die Erde permanent von einem solchen in der Luft schwebenden Nordlichtring wie von einer Glorie umgeben sei. Diese Strahlen sollen zwar von der Erde aufsteigen, aber so lange sie sich in der Atmosphäre befinden, diese nicht nur nicht erleuchten, sondern sogar (durch Bildung von Nebeln?) verdunkeln, wodurch das dunkle Segment entsteht, erst wenn sie die Grenze der Atmosphäre erreichen, sollen sie zu leuchten beginnen. Was aber in diesen Strahlen leuchtet und dieselben auch zum Magnetismus der Erde in Beziehung bringt, ist Elektrizität, und zwar nicht, wie sonst angenommen wird, einer Art, sondern beider Arten, die nebeneinander, ohne sich zu vermischen, aber unter Neutralisirung aller gewöhnlichen Anziehungs- und Abstofsungswirkungen, bestehen. Hansteen nennt solche Elektrizität neutralisirte, sie soll von derselben Art sein wie

die Elektrizität, welche sich in einem von einem elektrischen Strom durchzogenen Draht befindet. Er denkt sich nämlich, wie das noch jetzt vielfach geschieht, dafs bei einem elektrischen Strom beide Elektrizitätsarten sich in Bewegung befinden, und an einander vorbei nach entgegengesetzten Richtungen gehen. In jedem Drahtstückchen ist also jederzeit auf einer Seite positive Elektrizität, auf der andern negative vorhanden und diese Kombination beider Elektrizitätsarten soll zwar keine elektrischen Anziehungen und Abstofsungen mehr bewerkstelligen können, dafür aber (in ihrer Bewegung?) auf die Magnete einwirken. Es ist bemerkenswerth, dafs diese Hypothese Hansteens bezüglich der magnetischen Wirkungen der elektrischen Ströme nicht wenig neueren mathematischen Fiktionen, welche zur Erleichterung der Berechnung dieser Wirkungen eingeführt werden, ähnlich ist. Die Polarlichter würden also solchen elektrischen Strömen entsprechen, doch wird freilich nicht gesagt, woher diese Ströme kommen.

Die Hypothese Munckes bezeichnet der geistvolle Erfinder selbst als eine thermo-elektromagnetische. Die Grundlage derselben bildet die Annahme, dafs die Sonne, indem sie einen Ort der Erde erwärmt, daselbst das Gleichgewicht der Elektrizitäten aufhebt und so freie Elektrizität erzeugt, „da dieses beim Eise und Thone schon durch eine Temperaturerhöhung von 3° bis höchstens 5° C. unfehlbar geschieht“. Das Citirte dient um klar zu machen, dafs Muncke sich diese Entstehung der Elektrizität durch Insolation nicht aus der von uns als Thermo-Elektrizität bezeichneten Erscheinung ableitet, sondern eher sich auf Phänomene der Pyroelektrizität beruft. Da die Erde bei der Drehung um ihre Achse der Sonne im Laufe von 24 Stunden immer andere und andere Orte zur Erwärmung darbietet, entsteht eine Ansammlung von Elektrizität, welche der Sonne in ihrer scheinbaren täglichen Bahn um die Erde so folgt, wie die Fluth dem Monde; wir können also in diesem Sinne von einem um die Erde kreisenden elektrischen Strom sprechen. Der Strom wird natürlich sehr breit sein, an Bedeutung nach den Polen zu abnehmen und im übrigen in seinem Gange durch die Konfiguration der Erde bestimmt sein. Ein solcher Strom würde ähnliche magnetische Wirkungen und nach denselben Richtungen hervorbringen wie der Erdmagnetismus, wirklich ist Muncke geneigt, demselben die magnetischen Wirkungen der Erde zuzuschreiben, wobei wir an Ampères Hypothese über den Erdmagnetismus denken müssen.

Nun nimmt er noch an, dafs jene Elektrizität in der Atmosphäre durch Influenz wieder Elektrizität frei macht und dafs dieses vor-

nehmlich in denjenigen Richtungen geschieht, nach welchen sich die magnetischen Wirkungen eines solchen Stromes äufsern würden. So gewinnt er die nöthige freie Elektrizität, die hiernach in Strahlen zum Vorschein kommt; erklärt, warum diese Strahlen der Richtung der Inklinationsnadel folgen und warum mit stärkeren Polarlichtentwickelungen auch stärkere Schwankungen der erdmagnetischen Elemente verbunden sind. Die Vertheilung der Elektrizität in der Luft wird überall da energisch sein, wo die meteorologischen Bedingungen günstig sind, über diese Bedingungen spricht er sich aber nicht klar genug aus, so dafs aus seiner Theorie nicht zur Evidenz hervorgeht, warum die Polarlichter so vertheilt sind, wie in dem ersten Artikel geschildert ist. Nur das scheint sich zu ergeben, dafs er für ein leuchtendes Auftreten des Phänomens trockene Luft verlangt.

Die Polarlichter sind noch sehr oft und von den verschiedensten Seiten für Erscheinungen von der Natur elektrischer Ströme erklärt worden, aber selten unter genügender Angabe, wie diese Ströme entstehen sollen. Die Eigenschaften der Polarlichter sind mehr und mehr erkannt worden, aber von neuen Theorien ist nur noch eine hervorzuheben, die an Originalität den hervorragendsten unter den angeführten nicht nachsteht, die Theorie von Edlund.

Diese Theorie geht von einer besonderen Ansicht über die Natur der elektrischen Ströme aus. Edlund erklärt jeden elektrischen Strom für einen Strom Aether; Aether in Bewegung soll die Eigenschaft elektrischer Ströme äufsern, selbst elektrischer Strom sein. Nun soll die Erde ganz von Aether durchdrungen sein, und indem sie sich um ihre Achse dreht, dreht sich dieser Aether mit und ist nun mit elektrischen Strömen, welche die Masse der Erde in Bahnen parallel zu ihrem Aequator durchfliefsen, zu identifiziren. Elektrische Ströme suchen sich aber stets soweit auszudehnen, als ihnen nur irgend gestattet ist, ihre Bahnen innerhalb der Erde werden also die gröfstmögliche Weite anstreben und so werden sie auch in die Atmosphäre treten. Da aufserdem der Magnetismus der Erde auf sie wirkt, werden dieselben nach bekannten Gesetzen beiderseits vom Aequator in der allgemeinen Richtung nach den Polen gezogen, und so füllen sich die Polargegenden mit der für ihre Lichter nöthigen Elektrizität. Von der so entstandenen Elektrizität glaubte Lemström bei seiner Theorie Gebrauch machen zu können. Um diese Edlundsche Theorie ist in der neueren Zeit zwischen ihrem nunmehr leider dahingegangenen Urheber und mehreren Physikern ein heftiger Streit geführt worden, der nicht zu ihren Gunsten ausgefallen ist. Sie hat aber die Unter-

suchungen auf diesem Gebiete aufs neue angeregt und der Ausbildung mancher Ansichten vorgearbeitet, die wie esoterische Lehren sich noch von Mund zu Mund fortpflanzen und allmählich unter der belebenden Einwirkung der neuesten Entdeckungen über die elektrischen Kräfte zur Reife gedeihen.

Wir schliefsen damit die etwas trockene Aufzählung der bis jetzt aufgestellten Theorien, die einer enumeratio plantarum nicht unähnlich sieht, aber zum Verständnifs dessen, was zur Erklärung der Polarlichter nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft gesagt werden kann, nicht Unerhebliches beiträgt.

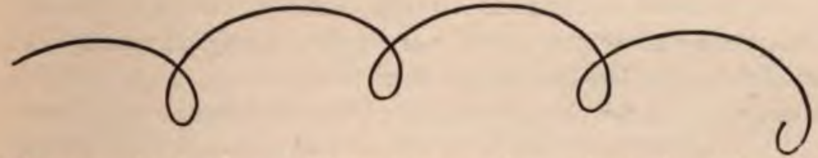




Das Sternsystem ζ Cancri.

Die drei- und mehrfachen Sterne sind für die theoretische Astronomie aus dem Grunde besonders interessant, weil die analytische Mechanik bis jetzt noch nicht im stande ist, das sogenannte Problem der drei Körper, d. h. die Frage nach den Bewegungsgesetzen von mehr als zwei sich gegenseitig anziehenden Gestirnen streng und allgemein zu lösen. Bekanntlicherweise haben wir es zwar auch im Sonnensystem mit den Bewegungen von einer ganzen Anzahl gegeneinander gravitirender Himmelskörper zu thun, aber die so überaus dominirende Masse des gewaltigen Centralkörpers, der Sonne, gestattet in diesem Falle, bei der Untersuchung der Bewegung irgend eines Planeten in erster Näherung das Vorhandensein der anderen Planeten zu vernachlässigen und dann mit Rücksicht auf diese das Resultat durch eine sogenannte Störungsrechnung zu verbessern. Anders liegen die Verhältnisse dagegen bei mehrfachen Fixsternsystemen, deren einzelne Komponenten oft einen nahezu gleich groſsen Glanz besitzen und sonach vermuthlich auch nicht allzu verschiedene Massen haben werden. Die Veränderungen, welche in solchen mehrfachen Sternsystemen im Laufe der Jahre vor sich gehen, werden deswegen von den Astronomen mit gröſster Sorgfalt beobachtet, denn sie geben dann Gelegenheit, die Leistungen genäherter Lösungsversuche des Dreikörperproblems zu prüfen. Eines der interessantesten mehrfachen Sternsysteme bildet nun der als ζ Cancri bezeichnete dreifache Stern. Dieses Gestirn, das dem bloſsen Auge als schwaches Objekt zwischen der Krippe im Krebs und dem kleinen Hunde sichtbar ist, löst sich in einem guten Fernrohr in drei Sternchen 5.—6. Gröſse auf, von denen zwei (A und B) dicht beieinander stehen, sodaſs sie erst 1781 von H e r s c h e l getrennt wahrgenommen wurden, während der dritte C in mehr als 5″ Distanz bereits 1756 von T o b i a s M a y e r entdeckt wurde. Regelmäſsige Beobachtungen der gegenseitigen Stellungen dieser drei Sterne datiren von 1826 an, und wenn auch die dadurch zu Tage getretene Bewegung nur eine langsame ist, so hat sich doch,

wie die Abbildung weiter unten lehrt, gezeigt, dafs der Stern C einen sehr eigenartigen, wellenähnlichen Lauf um die beiden anderen Sterne ausführt, der an die epicyklischen Bewegungen erinnert, welche in dem Weltsystem des Ptolemäus eine so grofse Rolle spielten. A und B ihrerseits aber umkreisen sich gegenseitig in einer Periode von etwa sechzig Jahren. Die eigenthümliche Form der Bahn des Sternes E läfst sich nun aber, wie eine genauere Untersuchung bewiesen hat, nicht durch die Anziehungswirkungen seitens der Sterne A und B erklären, sondern schon O. Struve erkannte die Nothwendigkeit der Annahme eines unsichtbaren vierten Sternes D, der mit C ein ähnliches wechselseitig sich umkreisendes Sternpaar bildet, wie es A und B darstellen. Eine umfassende Untersuchung über diesen Gegenstand hat nun Prof. Seeliger vorgenommen und in den Jahren 1880 und 1889 veröffentlicht. Nach diesem Forscher unterliegt es keinem Zweifel, dafs der Stern C sich mit einem unsichtbaren Begleiter in etwa 18 Jahren um den gemeinsamen Schwerpunkt beider Körper bewegt, während dieser Schwerpunkt selbst sich wiederum auf einer weit gröfseren Ellipse in ungefähr 720 Jahren um das Paar AB bewegt. Die Bahn von C um den



Schwerpunkt des Paares CD besitzt nur eine geringfügige Abweichung von der Kreisform und ihre halbe grofse Achse erscheint uns unter einem Winkel von 0″,2. In der gleichen Zeit wird derselbe Schwerpunkt auch vom dunklen Sterne D umkreist, der sich von ihm auch in keiner viel gröfseren Entfernung befinden kann. Die Masse dieses Sternes D kann danach nicht viel kleiner sein, als die von C, und dennoch ist seine Leuchtkraft eine so geringe, dafs er bis jetzt noch nicht hat entdeckt werden können. Es ergiebt sich hieraus, wie mifslich es ist, aus den Helligkeiten der Gestirne irgend welche Schlüsse auf ihre Gröfse, Masse oder Entfernung zu ziehen. Die Störungen, welche die gegenseitigen Anziehungswirkungen der Paare AB und CD in den Umlaufsbewegungen hervorrufen, lassen sich nun bis jetzt analytisch noch nicht streng ermitteln, sie erreichen aber nach Seeligers Forschungen keine übermäfsige Gröfse, sodafs sie bei der Ungenauigkeit der Doppelsternbeobachtungen vorläufig vernachlässigt werden können. Nach Seeliger gilt aber sicherlich für die Bewegung

der Schwerpunkte von AB einerseits und CD andererseits umeinander das zweite Kepplersche Gesetz, der sogenannte Flächensatz, innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler.

Aehnliche mehrfache Sternsysteme, wie das eben behandelte, deren Bewegungen also dereinst vielleicht sich ebenso gut trotz der Unlösbarkeit des Problems der drei Körper werden ergründen lassen, finden sich übrigens auch an anderen Stellen des Himmels. So lösen sich z. B. auch die Sterne ξ Scorpii und 12 Lyncis im Fernrohr in dreifache Systeme auf, gebildet aus zwei nahe beieinander stehenden Sternen und einem entfernteren Begleiter, und auch das vierfache System ε und 5 Lyrae zeigt ja eine ebensolche Anordnung wie die Komponenten von ζ Cancri. F. Kbr.



Die Photographie im Dienste astronomischer Zeit- und Ortsbestimmung.

Die Fähigkeit der photographischen Platte, Lichtstrahlen, welche wegen ihrer geringen Helligkeit von dem menschlichen Auge nicht mehr wahrgenommen werden können, durch Summation ihrer Einzelwirkungen dauernd zu fixiren, hat der Photographie auf allen den Gebieten der Astronomie, wo Daueraufnahmen möglich waren, die grofsen Erfolge des letzten Jahrzehnts gesichert.

Dieser Vorzug der photographischen Platte vor dem menschlichen Auge, das schwache Lichtreize wohl sehr schnell auffassen, aber wegen seiner Beweglichkeit nicht dauernd auf ein und dasselbe kleine Flächenelement wirken lassen kann, wird zum Nachtheil für alle die Beobachtungen, bei denen ein möglichst schnelles Auffassen des Gesehenen erwünscht ist. Für sehr helle Lichtquellen, wie beispielsweise für die Sonne, tritt eine Umkehrung dieses Verhältnisses ein. Hier liefert uns die Photographie ein Momentbild, welches infolge akuter atmosphärischer Störungen die sonderbarsten Verzerrungen zeigt, so dafs sich diese Aufnahmen, in kurzer Zeitfolge angefertigt, oft besser zum Studium des Verlaufes der atmosphärischen Wallungen eignen als zum Studium der Sonnengestalt und Sonnenoberfläche. Das Auge hingegen komponirt aus den vielen einzelnen Zerrbildern der Sonne ein Gesamtbild, das als ein „geometrisches Mittel“ das wahre Sonnenbild getreuer wiedergiebt, als es das Momentbild der Photographie vermag.

Das ersterwähnte Unvermögen der photographischen Platte, schwache Lichtreize schnell aufzufassen, verhindert leider die völle

Ausnutzung der Photographie für die Zwecke eines geregelten Zeitdienstes, dessen Ausführung sich keine Sternwarte entziehen kann. Der Astronom benutzt die gemeinsame scheinbare Bewegung der für die kurze Dauer einer Zeitbestimmung an der Himmelssphäre als fest zu betrachtenden Gestirne, um ein gleichförmiges, allen Erdbewohnern zugängliches Mafs der Zeit zu gewinnen. Diese gemeinsame Bewegung der Gestirne findet ihre naturgemäfse Erklärung in der täglichen Drehung der Erde um ihre Achse, so dafs wir uns, indem wir erstere unserer Zeitbestimmung zu Grunde legen, in Wahrheit der Erde als gemeinsamer idealer Uhr bedienen, deren Zifferblatt die Sterne, deren Zeiger die Meridianinstrumente sind. Selbst die verfeinerten Hülfsmittel moderner astronomischer Mefskunst haben die vom Standpunkte der Theorie aus wohl nicht ganz abzuweisende Veränderlichkeit der Dauer einer Erdrotation bislang nicht mit Sicherheit nachweisen, diese Uhr keiner Unregelmäfsigkeit zeihen können, welche etwa die Nutzbarmachung dieser „Universalnormaluhr" für die Bedürfnisse des praktischen Lebens oder die heiligen Zwecke der Wissenschaft in Frage stellen könnte. Der Gang dieser Weltuhr ist ein wohlverbürgter, ihre fernere Verwerthung aufser Zweifel, wenngleich die Frage noch der Lösung harrt, welcher der vielen Zeiger die Zählweise beginnen soll.[1])

Die Dauer einer geschlossenen Rotation der Erde wird ein siderischer Tag genannt und konventionell in 24 Sternzeitstunden eingetheilt, deren Unterabtheilungen Minuten und Sekunden heifsen. Durch eine leichte Rechnung läfst sich diese „Sternzeit" in die durch den Sonnenstand bestimmte „wahre Sonnenzeit" umwandeln, welche von den Sonnenuhren unmittelbar gegeben wird. Diese wahre Sonnenzeit unterscheidet sich ihrerseits nur durch die sogenannte „Zeitgleichung", die für jeden Tag im Jahre im voraus bestimmt und in den astronomischen Jahrbüchern publizirt wird, von der „mittleren Sonnenzeit", die als die eigentliche bürgerliche Zeit anzusehen ist. So erklärt es sich, dafs auch die Uhren, welche diese bürgerliche Zeit angeben, also alle öffentlichen Uhren und unsere Taschenuhren, stets durch die astronomischen Zeitbestimmungen kontrollirt werden können. Hier in Berlin geschieht diese Kontrolle der Uhren durch die Erdbewegung in stiller ununterbrochener Arbeit auf der hiesigen Königlichen Sternwarte, die die Resultate dieser Zeitbestimmungen durch die an vielen verkehrsreichen Punkten der Stadt aufgestellten Normaluhren einem gröfseren Kreise von Interessenten zugänglich macht. Die Uhren, welche „Sternzeit"

[1]) Es ist wohl anzunehmen, dafs aus diesem Streite das Greenwicher Meridianinstrument als Sieger hervorgehen wird.

angeben, können sonach unmittelbar mit der grofsen Uhr „Erde“ verglichen werden; diese Vergleichungen nennt man „astronomische Zeitbestimmung“, deren Prinzip im folgenden kurz erörtert werden soll.

Für jeden Beobachtungsort giebt es einen Punkt am Himmel, der an der täglichen Bewegung der Gestirne nicht theil nimmt. Auf der nördlichen Halbkugel ist es der Nordpol, auf der südlichen der Südpol. Durch diese ruhenden Pole einerseits und den Scheitelpunkt des Beobachtungsortes andererseits ist eine Richtung gegeben, welche Meridian des Ortes genannt wird und senkrecht zu der scheinbaren täglichen Bewegung der Gestirne steht. In diese Richtung wird ein Fernrohr, das in seiner Bildebene einen oder mehrere senkrecht ausgespannte Fäden trägt, die diese Himmelsrichtung instrumentell festlegen, derart aufgestellt, dafs es in jeder Lage nach einem Punkte des Meridians hinweist.[2]) Durch den täglichen Umschwung der Erde werden diese Fäden vor den vielen in Wahrheit ruhenden Lichtpunkten des Himmels vorbeigeführt, so dafs jeder Stern alle vierundzwanzig Stunden einmal durch jeden Faden bedeckt werden kann.[3]) Da unser Auge umgekehrt die Erde in Ruhe und die Sterne in Bewegung glaubt, so sagen wir besser, jeder Stern wird während vierundzwanzig Stunden einmal bezw. zweimal jeden Faden durchlaufen können. Die Zeiten dieser Fadenantritte lassen sich für eine grofse Zahl von Sternen, die sogenannten Fundamentalsterne, deren Ort am Himmel genau erforscht ist, mit einer Genauigkeit von $^1/_{100}$ bis $^1/_{1000}$ Zeitsekunde vorausbestimmen, so dafs es nur einer genauen Zeitablesung der zu kontrollirenden Uhr im Moment des Fadenantrittes bedarf, um den fehlerhaften Stand der Uhr unmittelbar zu erkennen. Der Unterschied zwischen dieser abgelesenen Zeit der Uhr und der vorausberechneten Zeit des Fadenantrittes des Sterns ergiebt ohne weiteres den gesuchten Fehler der Uhr für den Moment der Beobachtung.

Diese Zeitbestimmungen schienen aus den oben weiter ausgeführten Gründen eine unveräufserliche Domäne des Beobachters zu sein, von welcher die Photographie nicht Besitz ergreifen konnte. Ein Vorschlag von Faye, durch photographische Momentaufnahmen Zeit-

[2]) Ein solches Fernrohr wird daher Meridianinstrument genannt.

[3]) Die Sterne, welche ihren scheinbaren Lauf um den ruhenden Pol ganz über dem Horizonte vollführen, die sogenannten Circumpolarsterne, werden diese Richtung sogar täglich zweimal passiren, einmal in ihrer oberen Culmination, südlich vom Pole, das andere Mal nördlich vom Pole in ihrer unteren Culmination Unter Culmination versteht man den Durchgang des Sternes durch den Meridian.

bestimmungen zu erzielen, liefs sich nur für die Sonne und die wenigen Sterne der ersten Gröfsenklasse verwenden. Neuerdings hat der Engländer W. E. Wilson der „Royal Astronomical Society" zu London[4]) eine Methode vorgeschlagen, welche schon bessere Aussicht hat, auch auf diesem Gebiete den durch seinen persönlichen Fehler beirrten Beobachter durch die von subjektiven Fehlern freiere photographische Platte zu ersetzen.

Unter dem persönlichen Fehler oder der persönlichen Gleichung eines Beobachters bei Durchgangsbestimmungen versteht man das Zeitintervall, um welches der Beobachter die Fadenantritte des Sternes zu spät oder zu früh auffafst. Es giebt zwei Arten der direkten Beobachtung behufs astronomischer Zeitbestimmung, die Aug- und Ohrmethode, bei welcher der Beobachter, während er den Lauf des Sternes mit dem Auge verfolgt, nach den gehörten Sekundenschlägen einer Uhr die Antrittszeit desselben abschätzt und die Registrirmethode, bei welcher der Astronom die Antrittszeit nicht nach dem Gehör abschätzt, sondern mit Hülfe eines Tasterapparates auf elektrischem Wege diese Zeit auf einem sich gleichmäfsig abrollenden Papierstreifen vermerkt, auf welchem gleichzeitig eine Uhr jede volle Sekunde selbstthätig registrirt. Aus der Lage des vom Beobachter registrirten Punktes P zu den Sekundenpunkten 0, 1, 2, 3, 4, 5 . . der Uhr lassen

0^s 1^s 2^s 3^s 4^s 5^s

. . . .

P

sich unmittelbar durch lineare Ausmessung selbst noch die Bruchtheile der Sekunde — in obiger Zeichnung 2.5 Sekunden — entnehmen. Ein solcher Registrirapparat wird „Chronograph" genannt. Die Minute und Stunde der Beobachtungszeit wird auf dem Papierstreifen vorgemerkt.

Auf die zahlreichen Bemühungen von Hipp, Kaiser, Plantamour, Wolf, Hartmann,[5]) Eastmann, Christie, Bredichin, van de Sande-Bakhuysen[6]) und die neuesten von Wislicenus, durch besondere, oft höchst originelle Apparate die Gröfse dieses persönlichen Fehlers zu bestimmen und hiermit der Rechnung zugäng-

---

[4]) Monthly Notices Vol. 50 Dec.-Heft p. 82.

[5]) Siehe Referat von F(oerster) in Vierteljahrsschrift der Astron. Ges. Jahrg. 1 S. 236.

[6]) Van de Sande-Bakhuysen: „Apparat zur Bestimmung des absoluten persönlichen Fehlers bei Durchgangsbeobachtungen an Meridianinstrumenten." Vierteljahrsschrift der Astron. Ges. 14. Jahrg. Anlage IX S. 414.

lich zu machen, will ich hier nur hinweisen.[7]) Ebensowenig kann ich hier auf alle die das gröfste Interesse der Fachgenossen verdienenden Versuche von Braun,[8]) Wheatstone, Airy, Langley[9]) u. A. näher eingehen,[10]) die nicht eine Bestimmung, sondern die gänzliche Vermeidung des persönlichen Fehlers anstreben und dieses Ziel durch äufserst sinnreiche Neukonstruktionen und Neuanordnung der Beobachtungen, aber unter Beibehaltung des Beobachters, zu erreichen suchen, sondern wir wollen jetzt sehen, wie weit Wilson dieses Ziel erreicht, indem er sich des Radikalmittels bedient, den Beobachter selbst zu eliminiren und an dessen Stelle die photographische Platte zu setzen. Wird die photographische Platte in die Bildebene eines festaufgestellten Meridian-Instruments unmittelbar hinter das Fadensystem gebracht, so wird der die Fäden passirende Stern auf die Platte eine Spur einzeichnen, die auf dem Negativ bei der Entwickelung als schwarze Linie erscheinen wird, falls der Stern von ausreichender Helligkeit ist. Ist nun Vorsorge getroffen, der Platte in jeder Sekunde abwechselnd eine kleine Auf- und Niederbewegung ertheilen zu können, so werden an Stelle der einen ununterbrochenen Spur

———————————————

zwei benachbarte unterbrochene Spuren des Sternes auftreten,

— — — — — — —
 — — — — — —

bei denen jede abgebrochene Spur dem Wege des Sternes in einer Sekunde entspricht. Je weiter der Stern vom Himmels-Aequator absteht, um so kleiner wird der Weg des Sternes in einer Sekunde. Die Auf- und Niederbewegung der Platte geschieht durch einen Elektro-Magneten, der direkt von der Hauptuhr gespeist wird. Nach dem Durchgang des Sternes wird durch eine einmalige kurze Belichtung der Objektivlinse eine Mitabbildung der Fäden erzielt. Es ist wohl ohne weiteres klar, dafs hierdurch die Frage nach der Zeit des Sternantritts an einen Faden eine räumliche geworden ist, die in aller Ruhe durch lineare Messung an der Hand der photographischen Platte beantwortet werden

[7]) Auf eine nähere Beschreibung kann ich um so eher verzichten, als Dr. Wislicenus in seiner Abhandlung: „Untersuchungen über den absoluten persönlichen Fehler bei Durchgangsbeobachtungen“ Leipzig 1888 einen ausführlichen historischen Ueberblick über alle diese Bestrebungen giebt.

[8]) Siehe „Berichte von dem Erzbischöflich Haynaldschen Observatorium zu Kalocsa in Ungarn“ 1886.

[9]) Langley: „On the possibility of transit observations without personal error.“ Amer. Journ. of Science Sec. III. 1877. Vol. 14 S. 55.

[10]) Auf die neuesten Bestrebungen von Repsold in dieser Richtung werde ich weiter unten zurückkommen, um hieran einen Vorschlag zur Verwerthung der Photographie zu knüpfen.

kann. Trotz der grofsen Empfindlichkeit der Trockenplatten neuester Fabrikation wird dieses Verfahren vorläufig nur für die helleren Sterne verwerthbar sein, und es ist ein glücklicher Zufall, dafs gerade die helleren Sterne von der direkten Beobachtung wegen der Unschärfe des Bildes gemieden werden, so dafs sich hier Beobachter und photographische Platte glücklich ergänzen. Es ist aber nicht allein die beschränkte Zahl hinreichend lichtstarker Sterne, welche uns veranlafst, noch eine zweite Methode vorzuschlagen, sondern insbesondere die Fehler, welche dieser Methode dadurch anhaften, dafs die Spur eines hellen Sternes weder gleichmäfsig und plötzlich abbrechen, noch so wieder einsetzen wird, so dafs sich auf diese Weise eine neue Fehlerquelle einführt, die unter Umständen sogar an die Gröfse des umgangenen persönlichen Fehlers heranreichen und bei unruhiger Atmosphäre noch durch die sogenannten Ueberfluthungsphänomene vergröfsert werden kann.

Wenden wir ein Durchgangsinstrument mit Uhrwerk an, wie es von Repsold in den „Astronomischen Nachrichten No. 2828" beschrieben ist, welches seine Bewegung vermittelst Kontaktstifte selbstthätig neben die Sekunden der Uhr aufzeichnet und fügen wir in die Brennebene dieses dem Sterne für einige Minuten nachbewegten Instrumentes die photographische Platte ein, so kommen die oben erwähnten Fehler in Fortfall. Der Stern wird jetzt keine unterbrochene Spur, sondern nur einen Punkt bezw. eine kleine Scheibe einzeichnen; nur ein Voreilen oder Zurückbleiben des Uhrwerks würde das Bild des Sternes in eine kleine Spur ausziehen, deren Länge und Richtung diesen Fehler des Uhrwerks unmittelbar angeben würde. Eine Mitabbildung des Fadennetzes möge wieder durch eine einmalige Belichtung der Objektivlinse erzielt werden. Wenngleich diese Methode einen gröfseren Aufwand instrumenteller Einrichtungen erfordert als die Wilsonsche, so hat sie vor dieser den grofsen Vorzug der Verwerthbarkeit für die lichtschwächeren Sterne voraus. Ich brauche wohl nicht zu erwähnen, dafs diese Methode auch dann noch zu günstigen Resultaten führen wird, wenn man nicht das ganze Fernrohr, sondern aus technischen Rücksichten nur den Mikrometerapparat[11]) dem Sterne nachbewegt. In diesem Falle würde sich die Expositionszeit auf die Dauer des Durchganges des Sternes durch das Gesichtsfeld des Fernrohrs beschränken müssen, und die Schärfe des Bildes durch die Randstrahlen des Objektivs ein wenig beeinträchtigt werden.

Zum Schlufs wollen wir noch einen Vorschlag von J. C. Kapteyn

[11]) Astron. Nachrichten No. 2940. Dec. 1889.

anführen, der das interessante Problem der Polhöhenänderung, welches unserem Leser bereits bekannt ist,[12]) auf photographischem Wege mittelst eines Instrumentes nach dem Prinzip des Greenwicher „Reflex Zenith Tube“ zu lösen gedenkt. Dieses Instrument ist in „Appendix I to the Vol. of the Greenwich Obs. for the year 1854“ ausführlich beschrieben und besteht im wesentlichen aus einem Objektiv, dessen Axe nahezu vertikal steht, und einem in etwa halber Fokallänge unter demselben aufgestellten Quecksilberhorizont. Genau in der Fokalebene des Objektivs will Kapteyn eine empfindliche Platte in solcher Weise anbringen, dafs immer derselbe Theil des Objektivs unwirksam bleibt, um stets dieselben Diffraktionserscheinungen zu erhalten. Das Instrument mufs um seine vertikale Achse drehbar sein, so dafs zwei Sterne, die nahe am Scheitelpunkt wenige Minuten nacheinander den Meridian passiren, in zwei um 180° verschiedenen Lagen die Spuren ihrer täglichen Bewegung aufzeichnen können. Aus diesen Aufnahmen lassen sich Veränderungen im Ort des Zeniths, die mit der Polhöhenänderung identisch sind, unmittelbar folgern, ohne dafs sich durch ungenaue Kenntnifs der Gesetze der Strahlenbrechung Fehler in das Resultat der Beobachtungen einschleichen könnten. Um das ganze Jahr hindurch passende Sterngruppen verfolgen zu können, bedürfte es eines Objektivs von etwa 10 Zoll Oeffnung. Auch bei dieser Methode würde die Benutzung eines Uhrwerks die Verwerthung eines kleineren Objektivs bezw. die Heranziehung lichtschwächerer Sterne zur Beobachtung gestatten.

So lehrt uns die Photographie nicht nur das Nebeneinander, sondern auch das Nacheinander der Dinge erfassen. Unsere Leser wissen,[13]) dafs die Photographie bereits neue Nebel- und Sternenwelten erschlossen hat, dafs sie in Verbindung mit der Spektralanalyse eine neue Epoche der Astronomie eingeleitet hat, die dunkle unsichtbare Welten unserem Geiste sichtbar macht;[14]) sie hilft die Pforten, durch die die grofsen Gruppen der Naturerscheinungen in unser Bewufstsein einziehen, immer mehr erweitern. F. S. Archenhold.



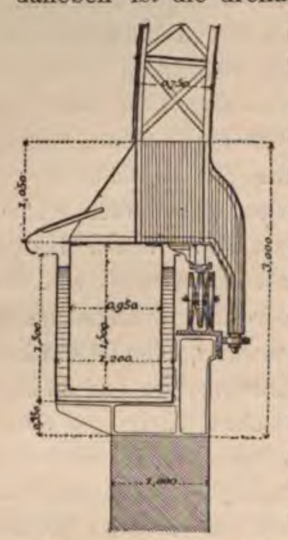
Das Observatorium bei Nizza.

Zu den bedeutendsten astronomischen Instituten, die im Verlauf des letzten Dezenniums in Europa begründet worden sind, zählt die

[12]) „Himmel u. Erde“ Jahrg. 1 S. 110, Jahrg. 2 S. 395.
[13]) „Himmel u. Erde“ Jahrg. 1 S. 612 u. 667, Jahrg. 2 S. 106.
[14]) „Himmel u. Erde“ Jahrg. 2 S. 239 u. 383.

Sternwarte Nizza. Diese grofsartig angelegte und eingerichtete Schöpfung ist das Werk eines Privatmannes. Um das Jahr 1880 fafste nämlich Baron Bischoffsheim in Paris, ein Liebhaber der Sternkunde, angeregt durch die den astronomischen Beobachtungen so aufserordentlich günstigen klaren Luftzustände von Nizza, den Plan, inmitten der herrlichen Umgebung der Stadt eine astronomische Anstalt und zwar auf eigene Kosten ins Leben zu rufen. Auf einem die Gegend beherrschenden Punkte im Norden Nizzas, an der alten Route de la Corniche, auf dem Mont Gros (370 m über d. Meer) wurde eine sehr grofse Fläche Land (35 ha) angekauft und die nöthigen Instrumente wurden in Paris bestellt. 1881 konnten schon einige Beobachtungen gemacht werden, wenngleich das Observatorium vollständig fertig und im Besitz aller projektirten Instrumente erst im Jahre 1887 war. Die Bauten wurden nach den Plänen Garniers, des berühmten Erbauers der Pariser Oper, ausgeführt. Die Instrumente rühren sämtlich von französischen Firmen her; 1882 erhielt das Observatorium einen grofsen Meridiankreis von 8 Zoll Oeffnung und 10 Fufs Fokaldistanz (Brunner) und ein Aequatoreal von 14 Zoll (27 Fufs Brennweite) von den Optikern Eichens und Gautier, ein kleineres Meridianinstrument von Gautier. Das Hauptinstrument der Sternwarte, einen Refraktor von gewaltigen Dimensionen, 28 Zoll Objektivdurchmesser und 52 Fufs Fokaldistanz, übernahmen bezüglich des optischen Theils die durch ihre photographischen Arbeiten wohlbekannten Gebrüder Henry, Astronomen der Pariser Sternwarte, welche sich nach ihren früheren optischen Leistungen zum ersten Male an dem Schliff eines so grofsen Objektivs versuchten: das Glas für die Linsen lieferte die Firma Feil, die Konstruktion des Fernrohrs übernahmen Eichens und Gautier. Hatte man für die Kuppel, in welcher der kleinere Refraktor zur Aufstellung gelangte, einen Durchmesser von 38 Fufs als nöthig erachtet, so forderte das grofse Instrument die Konstruktion eines Riesendomes von 70 Fufs Diameter. Da die grofsen, schweren Kuppeln, welche der gebräuchlichen Anordnung nach zumeist durch Rollen fortbewegt werden, beim mehrjährigen Gebrauche nicht selten schlecht funktioniren, indem dann ein sehr beträchtlicher Reibungswiderstand beim Bewegen der Kuppeln zu überwinden ist, schlug der bekannte Ingenieur Eiffel 1881 die originelle Idee einer schwimmenden Kuppel vor. Die Kommission, welche sich mit der Entscheidung über die Projekte befafste, die für den Bau der grofsen Kuppel der Pariser Sternwarte vorlagen, konnte den Eiffelschen Plan indessen nur in den zweiten Rang stellen. Gleichwohl liefs sich Baron Bischoffsheim nicht beirren,

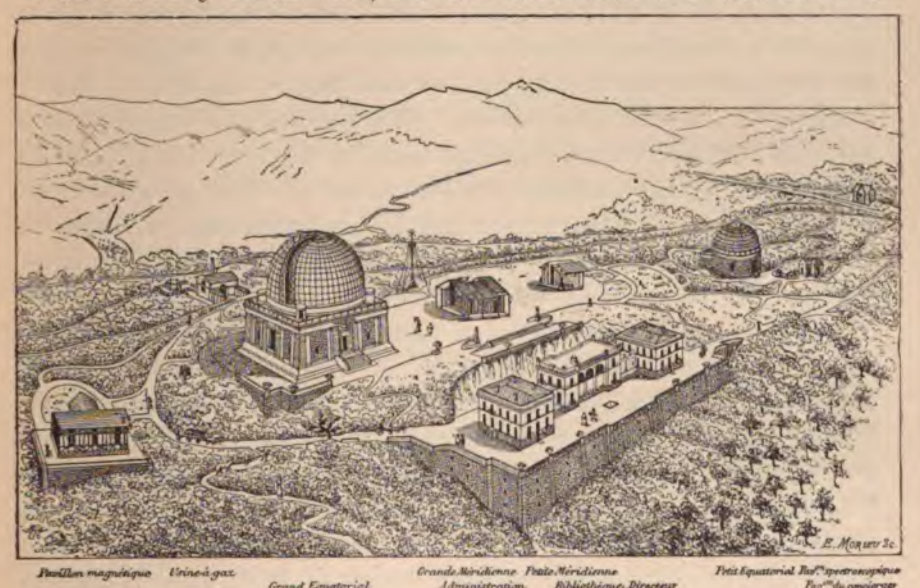
und Garnier trat mit Eiffel zu einer Modifikation des Projektes zusammen. Die zur Ausführung gekommene Konstruktion besteht darin, dafs die in einem Bassin schwimmende Kuppel gleichzeitig mit einem Systeme von Rollen verbunden ist, so dafs zwei Arten von Bewegungsmechanismus unabhängig von einander zum Drehen der Kuppel in Thätigkeit gesetzt werden können. Die nebenstehende Abbildung zeigt die Anordnung der beiden Systeme: der Kuppelrand taucht mit seinem kufenartigen Fortsatze in den rings um die Mauerbank laufenden Bottich, welcher mit einer Auflösung von Magnesiumchlorür gefüllt ist; daneben ist die dreifache Rollen-Kombination ersichtlich, welche die



unabhängige Bewegung der Kuppel ermöglicht. Die Flüssigkeit, in welcher die halbkugelartige, aus Stahlrippen und Eisenblech hergestellte, durch besondere Einrichtungen in jeder Lage im Gleichgewicht befindliche Kuppel schwimmt, gefriert nur bei aufserordentlich hohen Kältegraden (— 40⁰) und eine Störung des Betriebes durch Einfrieren ist, namentlich in Hinsicht auf das milde Klima Nizzas, kaum jemals wahrscheinlich. Vermöge der ingeniösen Einrichtung ist der Widerstand bei der Bewegung ein so geringer, dafs der ganze, ein Gewicht von 95 000 kg repräsentirende Eisendom von einem Manne in etwa 4 Minuten um einen vollen Umkreis gedreht werden kann. Der grofse Refraktor in dieser Riesenkuppel gelangte im Sommer 1886 zur Aufstellung; der Preis des Fernrohrs soll sich auf 250 000 Frcs., der Herstellungsbetrag der Kuppel auf 210 000 Frcs. belaufen. Unsere zweite Abbildung veranschaulicht die Situation der Baulichkeiten des Observatoriums. Neben drei Hauptgebäuden (Bibliothek, Administration, Beamtenwohnhaus und Fremdenlogis), der grofsen und kleinen Refraktorkuppel, den Häuschen für die Meridianinstrumente verfügt die Sternwarte noch über eine Anzahl zu magnetischen und meteorologischen Zwecken dienender Räume, u. a. einen Pavillon mit selbstregistrirenden Apparaten und photographischer Registrirung, deren sorgfältige Installation unter Aufsicht von Professor Mascart getroffen worden ist. Die Gesamtkosten des Observatoriums dürften sich auf 2 Millionen M., die Erhaltungskosten jährlich auf 30 000 M. belaufen.

Im Oktober 1887 wurde die prächtige Anstalt in Gegenwart einer aus den hervorragendsten Astronomen der verschiedensten Nationen

sich zusammensetzenden Versammlung, welche damals den geodätischen Kongrefs in Nizza abhielt, feierlich eröffnet. Die Einweihung wurde mit Beleuchtung, Festen und Reden gefeiert und ein Mitglied der Pariser Akademie, der Astronom Faye, hat der Akademie eine überaus lebendige Schilderung dieses herrlichen Tempels Uraniens gegeben. Die Akademie hat sich beeilt, dem in so grofsartiger Weise um die französische Astronomie verdienstvollen Begründer eine aufserordentliche Anerkennung zu theil werden zu lassen, indem sie ihm die zum ersten Mal zur Zuerkennung gelangende Médaille Arago verlieh. Die Brüder Henry haben 1887, mit dem besonderen Hinweise auf ihre



Totalansicht des Observatoriums bei Nizza.

Verdienste um das Objektiv des Nizzaer Fernrohres, von der Akademie den Prix Lacaze erhalten. Schliefslich hat Baron Bischoffsheim, um das wissenschaftliche Fortbestehen und die gediegene Leitung der Anstalt zu sichern, seine Schöpfung dem Bureau des Longitudes übergeben. — Unter den Auspizien des letzteren wissenschaftlichen Institutes hat das Observatorium zwei Bände der bisher ausgeführten Arbeiten [1]) publizirt, während ein dritter Band, der die Beschreibung der Anstalt enthalten wird, noch der Veröffentlichung harrt. Der gediegene, überaus reiche Inhalt dieser Schriften zeigt, dafs es dem Observatorium trotz der kurzen Zeit seines Bestehens bereits gelungen ist, sich mit

[1]) Annales de l'observatoire de Nice, vol. II 1887, vol. III 1890. Paris, Gauthier-Villars.

den besten unserer astronomischen Anstalten auf gleiche Linie zu stellen. Zur Ermittelung der genauen geographischen Position der Sternwarte wurden schon während der Entstehung der Anstalt die nothwendigen Beobachtungen gemacht, indem die geographische Längendifferenz zwischen Paris und Nizza, sowie Mailand und Nizza durch Perrotin, Bassot und Celoria festgelegt und die geographische Breite in den Jahren 1882—84 am Gautierschen Meridiankreise bestimmt wurde. Das kleinere Aequatoreal hat vorzügliche Erfolge in den Händen des Observators Charlois gehabt, dessen Messungen zu den besten Leistungen der Beobachtungskunst zählen; von 1884—88 sind an diesem Instrumente allein 22 Kometen und 100 Planeten beobachtet worden; namentlich die Kometen sind aufmerksam, und zwar nicht selten Tag für Tag in ihrer Bewegung verfolgt und haben 316 Beobachtungen (darunter 62 über den Kometen Wolf 1884) geliefert; sieben der kleinen Planeten sind von Charlois selbst entdeckt worden. An demselben Instrumente hat der Direktor Mr. Perrotin seit Juni 1883 die Positionen einer sehr bedeutenden Anzahl von Doppelsternen, darunter von sehr engen Sternpaaren (bis zu $^3/_{10}$ Sekunden Distanz) bestimmt. Der grofse Meridiankreis wird von Fabry mit Unterstützung dreier Assistenten bedient und hat eine ansehnliche Anzahl Fundamentalbestimmungen von Sternen gebracht, auf welche anderweitige Beobachtungen der Sternwarte gegründet werden sollen! Aufserdem enthält der letzte Band der Annalen zwei gediegene Abhandlungen von Perrotin und dem bekannten, inzwischen verstorbenen Spektroskopiker Thollon. Die Untersuchungen des letzteren beziehen sich namentlich auf eingehendste Studien des Spektrums der Sonne und wurden schon 1880 begonnen; der erwähnte Band bringt in Form eines Atlas von 17 grofsen Blättern die Resultate der Messungen, welche Thollon mit Hülfe eines Spektroskopes von ganz aufserordentlicher Dispersion über das Spektrum der Sonne erhalten hat. Die andere der beiden erwähnten Arbeiten ist theoretischer Natur; sie schliefst sich an die Untersuchungen an, welche der Verfasser Mr. Perrotin im I. Band der Annalen der Toulouser Sternwarte über die Bahn des Planeten Vesta veröffentlicht hat; die in Rede stehende Abhandlung beschäftigt sich ausschliefslich mit der Ermittlung der Störungen, welche der Planet durch die Einwirkung Jupiters in seiner Bahn erfahren kann. — Nach so hervorragenden Arbeiten darf man sehr gespannt sein auf die Darlegung der Erfolge, welche inzwischen auch mit dem grofsen Refraktor erlangt worden sind, und über die uns die nächsten Bände der Annalen jedenfalls unterrichten werden. *

Ueber die lange Sichtbarkeit der Kometen 1889 I und 1889 II. In mehreren Notizen der Rubrik „Nachrichten über Kometen" in vorliegender Zeitschrift ist schon des Barnardschen Kometen vom 2. Sept. 1888 gedacht und auf die aufsergewöhnlich lange Verfolgbarkeit dieses Gestirns durch unsere grofsen Fernrohre hingewiesen worden. Wir kommen hier auf die Sache mit einigen Bemerkungen zurück. Die Kometen sind gewöhnlich am hellsten, wenn sie sich in ihrer Bewegung der Sonne nähern, astronomisch gesprochen, wenn sie sich in der Zeit des Perihels (der kleinsten Entfernung von der Sonne) befinden. Vermöge der Eigenthümlichkeiten ihrer Bahnen werden sie uns dann gewöhnlich rasch wieder entführt, nehmen an Lichtstärke ab und es gehört schon zu den Ausnahmen, wenn ein Komet in Bezug auf Positionsbestimmungen ein Jahr lang durch die Fernrohre verfolgt werden kann. Die Verhältnisse bei dem Barnardschen Septemberkometen liegen nun so, dafs die Entfernung des Kometen von der Erde nur mäfsig zunimmt und dafs daher der an und für sich nicht gar hell gewesene Komet sehr lange gesehen werden kann und zwar bis in Entfernungen, bis zu denen man bisher keinem anderen Kometen hat nachspüren können. Nachdem die eigentliche Beobachtungsperiode des Barnardschen Kometen mit dem Herbst des Jahres 1889 ihr Ende erreicht hatte, fand Spitaler in Wien mit dem 24-Zöller der dortigen Sternwarte das Gestirn am 28. März 1890 wieder auf. Der Komet befand sich damals 99 Millionen Meilen von der Erde entfernt, war zwar schwach, die Möglichkeit aber war nicht ausgeschlossen, ihn noch später beobachten zu können. Am 15. Mai fand ihn auch sein Entdecker, Prof. Barnard, auf dem Lick-Observatorium wieder, gegen Ende Juni beobachtete man den Kometen in Wien. Neueren Nachrichten zufolge hat Barnard am 7. und 11. August das Objekt sogar noch mit dem kleineren Instrumente der Sternwarte beobachten können und am 17. August war der Komet im 36-Zöller ein noch so auffälliger Gegenstand, dafs Barnard hoffen konnte, ihn bei einer zehnmal geringeren Lichtstärke noch zu sehen. Am letzteren Beobachtungstage waren seit der ersten Beobachtung 714 Tage verflossen und der Komet stand in der Entfernung von 116 Millionen Meilen von der Erde. Nach den Angaben des Herrn Berberich von der Berliner Sternwarte, welcher für die Verfolgung des Kometen durch die Berechnung von Ephemeriden sehr thätig gewesen ist, haben wir alle Aussicht, noch im nächsten Jahre Beobachtungen von dem Kometen zu erhalten. Gelingt es, das Gestirn in seiner nächsten günstigen Sichtbarkeitsepoche, d. h. Ende Mai 1891 oder später wieder-

zufinden, so würden wir es mit Messungen aus der respektablen Distanz von 150 Millionen Meilen zu thun haben; der Komet wäre dann über 850 Tage nach seinem Perihel, oder 1000 Tage nach der Entdeckung beobachtet. — Auch ein zweiter Komet, jener vom 31. März 1889, ist lange nach Ablauf der Beobachtungsperiode wieder-aufgefunden worden. Die letzte Beobachtung dieses Kometen datirt vom 13. Dezember vorigen Jahres. Mit Zuhülfenahme der Ephemeride des Herrn Berberich, der auch auf die Möglichkeit der Sichtbarkeit dieses Kometen hinwies, gelang es Prof. Barnard, mit dem 36-Zöller der Lick-Sternwarte das Objekt am 23. August 1890 als kleinen, doch gut definirten Nebel aufzufinden, d. h. 510 Tage nach der Entdeckung. Das Gestirn hatte mit Anfang Oktober eine Entfernung von 93 Millionen Meilen von der Erde erreicht. Beobachtungsserien von so langer Zeitdauer sind aus vielfachen Gründen für die genaue Bahnbestimmung der Kometen von gröfster Wichtigkeit, da im allgemeinen die Sicherheit in der Bahnbestimmung mit der Länge des Bogens wächst, über welchen sich die Positionsbestimmungen erstrecken. Im Hinblick auf die durch die beiden Kometen erwiesene Thatsache, dafs es unsern jetzigen grofsen Refraktoren möglich ist, Kometen noch in Entfernungen zu konstatiren, die bis zur Saturnbahn hinausreichen, spricht Prof. Barnard die Hoffnung aus, dafs es ihm möglicherweise gelingen könnte, mehrere der periodischen Kometen von kurzer Umlaufszeit (wie die Kometen Winnecke, Encke) sogar noch um die Zeit ihres Aphels aufzufinden, d. h. wenn sie ihre gröfste Entfernung von der Sonne erreichen! — Der längst beobachtete Komet war bisher der berühmte, aufserordentlich helle Komet von 1811 (von dessen Wirkung ja der gute Wein des Jahres 1811 herkommen soll); dieses Gestirn wurde $10^1/_2$ Monate nach dem Periheldurchgange, am letzten Juli 1812 nochmals aufgefunden und bis zum 17. August, d. h. 511 Tage nach der ersten Beobachtung verfolgt. Der Komet entschwand der Beobachtung in den „Jagdhunden", in einer Entfernung von über 100 Millionen Meilen von der Erde. Der zweitgröfste Komet unseres Jahrhunderts, der Donatische vom Jahre 1858, dessen namentlich im Oktober grofsartiger Erscheinung die meisten unserer Zeitgenossen noch eingedenk sein werden, konnte im ganzen nur 275 Tage (156 Tage nach dem Perihel) beobachtet werden; er verschwand schon in der Erdentfernung von 34 Millionen Meilen im südlichen Theile des „grofsen Löwen."



Photographie des Ringnebels in der Leyer. Einer in No. 15 der Comptes rendus enthaltenen Mittheilung zufolge ist es den Herren Andoyer und Montangerand in Toulouse gelungen, den Ringnebel der Leyer und dessen Umgebung bei einer auf mehrere Nächte sich vertheilenden Expositionsdauer von insgesamt neun Stunden zu photographiren. Unseres Wissens ist damit zum ersten Mal mit Erfolg der Versuch gemacht worden, die Expositionsdauer einer Sternaufnahme auf mehr als eine Nacht auszudehnen. Eine Folge der abnorm langen Belichtungsdauer ist der aufserordentliche Sternreichthum der gewonnenen Platte, die, obgleich die aufgenommene Gegend nicht mehr innerhalb der Milchstrasse liegt, doch auf einer Fläche von drei Quadratgraden nicht weniger als 4800 Sterne aufweist, was bei gleicher mittlerer Sterndichtigkeit am ganzen Himmel auf 64 Millionen auf solche Weise photographirbarer Sterne schliefsen lassen würde.

Kbr.



Neue astronomische Gesellschaft. In England besteht bekanntlich zur Pflege der Astronomie eine Institution, welche in ihren Einrichtungen etwa den mathematischen Sektionen unserer wissenschaftlichen Akademien gleichkommt, die Royal Astronomical Society. Da die Schriften dieser Gesellschaft nur für den Fachmann Interesse haben und sonst auch die Zwecke der Association von der popularisirenden Richtung wesentlich abweichen, so haben verschiedene Liebhaber der Astronomie die Bildung eines Vereins beschlossen, welcher in dieser letzteren Hinsicht wirksam sein soll. Die neue „British Astronomical Society“ wird Beobachtungsprogramme für Dilettanten und Interessenten unter Leitung erfahrener Astronomen organisiren, regelmäfsige Berichterstattung des in Sektionen getheilten Beobachtercorps entgegennehmen, wird für Zirkulare Sorge tragen, welche auf die zu beobachtenden Gegenstände aufmerksam machen und Instruktionen dafür geben. Die Mitgliedschaft wird sich naturgemäfs namentlich aus solchen Personen zusammensetzen, die im Besitze von kleinen Teleskopen sind. Der Mitgliedsbeitrag ist mäfsig und der Beitritt allen Interessenten der Astronomie, sowohl Herren wie Damen, gestattet.



Der Leuchtkäfer als billigster Lichtfabrikant.

Mancher Künstler findet sich unter dem Insektenvolk, das neben den Kopffüfsern unter den Wirbellosen die höchste Stufe der Ent-

wickelung erreicht hat. Hier finden wir den berühmten Seidenspinner, die vielen farbensinnigen Pflanzenbesucher, die emsige Ameise und endlich die kluge Biene, die als Erbauer der zweckmäfsigen Wabenzelle ein schwieriges Problem der höheren Mathematik, mit möglichst wenig Stoff einen möglichst grofsen Raum zu umgrenzen, kunstgerecht gelöst hat. Auch musicirendes Volk giebt es unter den Insekten; ich erinnere nur an den Violinisten, die Heuschrecke, und an die grofse tonbegabte Familie der Cicaden, die in ihrem Athmungsröhrensystem ihr musikalisches Instrument stets mit sich führen. Die Biene ragt nicht allein als Bau- sondern auch als Tonkünstler hervor, sie giebt den internationalen Normalton „a" an; ihr Flügel macht 440 Schwingungen in der Sekunde.

Jetzt erfahren wir noch von dem bekannten amerikanischen Forscher Langley und seinem Assistenten Very,[1]) dafs die Leuchtkäfer eine in der physikalischen Welt noch ungelöste Aufgabe, nämlich das Problem der billigsten Lichtfabrikation gelöst haben; der Ausdruck „billigst" bedeutet hier eine Lichtentwickelung ohne gleichzeitige unnöthige Wärmeentwickelung d. h. ohne unsichtbare Wärmestrahlen. Keine der bisherigen künstlichen Lichtquellen erfüllt diese Forderung. Am gröfsten ist der Verlust an Energie bei den Lichtquellen niedriger Temperatur, wie beispielsweise bei der Kerze, der Petroleumlampe und selbst noch der Gasflamme, er beträgt hier mehr als 99 %. Bei den Lichtern hoher Temperatur, wie bei dem Drummondschen und dem elektrischen Bogenlicht ist der Verlust freilich geringer, beträgt aber immer noch viel mehr als die Hälfte der verbrauchten Strahlungsenergie. In Bezug auf genauere Angaben über das Verhältnifs der leuchtenden und nicht leuchtenden Strahlen der Gasflammen verweisen wir auf die preisgekrönten Arbeiten von R. v. Helmholtz[2]) und W. H. Julius.[3]) Aehnliche Untersuchungen über elektrisches Licht sind von Abney, Festing, E. Merritt[4]) u. A. angestellt.

Es ist bekannt, dafs das vollständige Sonnenspektrum aus drei Theilen besteht, dem unsichtbaren ultrarothen Theil (Wärmestrahlen), dem zwischen den Frauenhoferschen Linien A und H gelegenen sichtbaren Theil (Licht- und Wärmestrahlen) und dem

[1]) Langley and Very: „On the cheapest form of light". Amer. Journ. of Sc. 1890. Vol. 40 p. 97—113.

[2]) R. v. Helmholtz: „Die Licht- und Wärmestrahlung verbrennender Gase". Berlin 1890.

[3]) W. H. Julius: „Die Licht- und Wärmestrahlung verbrannter Gase" Berlin 1890.

[4]) Merritt: Amer. Journ. of Sc. Vol. 37 p. 167—78.

unsichtbaren ultravioletten Theil (chemisch wirksame Strahlen); ferner, dafs unser Auge die Wärme nur erkennt, wenn sie in bestimmte schnelle Aetherschwingungen übergeführt ist, die mit hoher Temperatur verknüpft sind. Leider besitzen wir aber noch kein Mittel, hohe Temperaturen[5]) zu erzielen, ohne durch die niederen hindurchzugehen. So erklärt sich der ungeheure Verlust an Energie bei allen Beleuchtungsapparaten, bei denen Wärme die Lichtschwingungen auslöst. Diese Art der Lichtentwickelung nennt man „reguläre", bei ihr behält der Kirchhoffsche Satz[6]) seine Gültigkeit.

Es giebt aber noch eine andere Art der Lichtentwickelung, welche „irregulär" genannt wird; bei ihr wird ein Leuchten durch äufsere Ursachen ohne entsprechende Steigerung der Temperatur erzielt und der Kirchhoffsche Satz aufser Gültigkeit gesetzt. Diese zweite Art der Lichtentwickelung nennt E. Wiedemann ganz allgemein „Luminescenz" und spricht, wenn das Leuchten durch auffallendes Licht verursacht wird, von „Photoluminescenz", wenn durch elektrische Entladung von „Elektroluminescenz", wenn durch chemische Prozesse von „Chemiluminescenz", wenn durch schwaches Erwärmen des Flufsspaths von „Thermoluminescenz" u. s. w. Auf diese Unterscheidungen von Wiedemann werden wir in einem späteren Artikel über die „Mechanik des Leuchtens" zurückkommen. Je nachdem die „Photoluminescenz" von kürzerer oder längerer Dauer ist, unterscheiden wir wieder „Fluorescenz" und Phosphorescenz". Diese letzte Art von Licht ist es nun, welche wir in der anorganischen wie in der organischen Welt bei Mineralien wie bei Insekten, Fischen, Mollusken und Vegetabilien[7]) unter den verschiedenartigsten Bedingungen antreffen.



Fig. 1.



Fig. 2.

[5]) Bei den Schallschwingungen ist es möglich, jeden gewünschten hohen Ton zu erzeugen, ohne vorher durch all die niederen Töne hindurchzugehen.

[6]) Der Kirchhoffsche Satz sagt aus, dafs das Verhältnifs zwischen dem Emissionsvermögen und dem Absorptionsvermögen einer und derselben Strahlengattung bei gleicher Temperatur für alle Körper dasselbe ist.

[7]) W. Beyerink: a) Photobacterium luminosum, eine leuchtende Bakterie der Nordsee. b) Die leuchtenden Bakterien in ihren Beziehungen zum Sauerstoff". Arch. néerd. d. Sc. 1889 T. XXII. p. 301 und 416. — R. Dubois: „Nouvelles recherches sur la production de la lumière par les animaux et les végétaux". Compt. Rend. T. 111 p. 363.

Wenn man auch vor Langley allgemein[8]) annahm, daſs das Phosphorescenzlicht des Leuchtkäfers keine unsichtbaren Wärmestrahlen enthält, weil das Spektrum dieses Lichtes schneller als das Spektrum der gebräuchlichen Lichtquellen nach dem rothen Ende zu abfällt, so haben doch erst die vorzüglichen Messungen der Herren Langley und Very diese Annahme zur Gewiſsheit erhoben. Durch Vermittelung des Smithsonian Instituts verschaffte sich Langley für diese Messungen mehrere lebende Exemplare eines besonders groſsen Leuchtkäfers von Cuba, welcher 37 mm lang und 11 mm breit wird. Dieser Leuchtkäfer, Pyrophorus noctilucus genannt (unsere Abbildung Fig. 1 und Fig. 2 zeigt ihn in zwei verschiedenen Lagen) besitzt drei Lichtbehälter, zwei an der Brust (Fig. 1) und einen am Bauch (Fig. 2). Die Messungen wurden auf dem Alleghaney-Observatorium mit den von Langley bereits früher für die Untersuchungen des Mondspektrums und der Mondtemperatur hergerichteten äuſserst empfindlichen Instrumenten ausgeführt und zerfallen in einen photometrischen und einen thermischen Theil, wovon der erstere sowohl wegen der Beweglichkeit des Insektes wie der Veränderlichkeit der Leuchtkraft desselben besondere Schwierigkeiten darbot, die nur durch die groſse Geschicklichkeit und Ausdauer der Beobachter überwunden werden konnten.

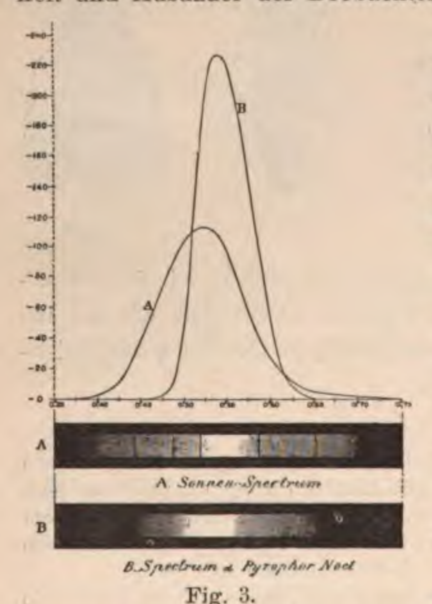


Fig. 3.

Schon auf den ersten Blick sieht man im Spektroskop, daſs das Licht des Leuchtkäfers hauptsächlich aus grünen und gelben Strahlen besteht; eine genauere Betrachtung ergiebt bald, daſs das Spektrum des Pyrophorus sich noch ein klein wenig ins Blau und Orange erstreckt (vergl. das Lichtband B Fig. 3). Die Frage, ob das Spektrum des Pyrophorus sich noch weiter erstrecken würde, wenn sein Licht so hell wie das der Sonne wäre, konnte natürlich nicht direkt beantwortet werden, da es kein Mittel giebt, das Licht des Insektes zu erhöhen. Es wurde daher das umgekehrte Verfahren eingeschlagen und das Sonnenlicht bis zur Helligkeit des Insekten-

[8]) Vergl. die Untersuchungen von Becquerel, Young und von Dubois im Bulletin de la Société Zool. de France 1886.

lichtes abgeschwächt; alsdann ergab sich, dafs sich das entsprechende Sonnenspektrum (vergl. Abbildung A Fig. 3) sowohl weiter nach dem rothen wie nach dem violetten Ende hin erstreckte und im grünen Theile eine geringere Intensität zeigte. Die beiden Kurven A und B in Fig. 3 geben uns genauen Aufschlufs über das Verhältnifs der Helligkeiten des Sonnen- und Insektenlichtes in den einzelnen Abschnitten des Spektrums. Direkte Vergleichungen des Brustlichtes mit dem Bauchlichte haben ergeben, dafs letzteres bei gleicher Oberfläche etwa doppelt so hell ist, ferner schien es so, als ob, wenn das Licht des Käfers heller wurde, die Zunahme mehr an dem blauen Ende erfolgte. Somit wissen wir, dafs das Spektrum des Leuchtkäfers der sichtbaren rothen Wärmestrahlen ermangelt; um aber mit Gewifsheit behaupten zu können, dafs wir es hier mit einer L i c h t q u e l l e o h n e u n n ö t h i g e W ä r m e s t r a h l e n zu thun haben, müssen wir noch wissen, ob das Spektrum des Leuchtkäfers wie das der Sonne, der Studierlampe, des elektrischen Bogenlichtes und aller übrigen künstlichen Lichtquellen sich auch bis in den unsichtbaren intrarothen Theil erstreckt. Diese Frage ist von den Verfassern im zweiten thermischen Theile der Untersuchung im verneinenden Sinne entschieden worden. Bevor wir uns diesem Theile der Untersuchung zuwenden, will ich noch kurz erwähnen, dafs ein Amerikaner J o h n V a n s a n t, der über die photographische Wirkung der Phosphorenzlichter eine Reihe von Versuchen anstellte, schliefslich ein deutliches positives Bild einer Landschaft auf einer Bromtrockenplatte erhielt, die unter einem Glasnegativ dem Lichte des amerikanischen Leuchtkäfers ausgesetzt war. Ich brauche wohl nicht besonders auszuführen, dafs eine Lichtquelle ohne unnöthige Wärmeentwickelung für viele Zwecke der astronomischen Praxis von besonders grofser Bedeutung ist, wie beispielsweise für die Ablesung des gegen Wärmestrahlen äufserst empfindlichen Niveaus und für die vielen Kreisablesungen.

Wenn wir als Wärmeeinheit (kleine Kalorie) die Wärmemenge annehmen, welche nothwendig ist, um ein 1 Gramm Wasser um 1 Grad Celsius zu erhöhen, so ergeben die bolometrischen Wärmemessungen, dafs der Pyrophorus in 10 Sekunden pro Quadratcentimeter nur 0,0004 Wärmeeinheiten ausstrahlt, so dafs das Bauchorgan als der hellste Leuchtfleck des Käfers während 10 Sekunden nur 0,000007 Wärmeeinheiten ausstrahlt. Von diesen Wärmestrahlen konnten nur so viel auf das Bolometer fallen, wie nöthig sind, um ein Quecksilberthermometer von 1 Centimeter Durchmesser um 0,0000023 Grad zu erhöhen. Diese Zahlen illustriren zur Genüge die Schwierigkeiten der Messungen.

Zu dieser ungemein geringen Wärmemenge trägt nun aufser der von den leuchtenden Strahlen ausgesandten Wärme noch die Wärme bei, welche der lebende Körper des Käfers aussendet. Diese thierische Körperwärme läfst sich glücklicherweise leicht von den im Licht enthaltenen Wärmestrahlen trennen, weil sie, wie man sich durch das Gefühl schon überzeugen kann, unter 50⁰ liegt und vom Glas absorbirt wird. Das Endergebnifs dieser Messungen ist, dafs die Natur dieses billigste Licht mit etwa einem vierhundertsten Theil der Kosten an Energie hervorbringt, die in der Kerzenflamme verbraucht wird und mit einem nur unbedeutenden Theile der Kosten des elektrischen Lichtes wie überhaupt der billigsten Lichtquelle, die bis jetzt ersonnen ist. Da nun Zoologen und Physiker annehmen, dafs das Licht des Leuchtkäfers nicht unzertrennlich an einen sogenannten Lebensprozefs gebunden ist, sondern als das Resultat gewisser chemisch-physikalischer Vorgänge zu betrachten ist, so hindert uns nichts, zu hoffen, dafs uns eines Tages die industrielle Herstellung eines solchen Lichtes gelingen wird. Jedenfalls geht aus den weiter oben eingeflochtenen Betrachtungen über die verschiedenen Lichtarten hervor, dafs wir eine wesentliche Verbesserung unserer Beleuchtungsvorrichtungen nur durch solche Lichtquellen zu erwarten haben, die der grofsen Gruppe der Luminescenz-Erscheinungen zugehören. F. S. Archenhold.



Erscheinungen am Sternenhimmel vom 15. Dezember bis 15. Januar.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Sonne und Mond.

Sonnenauf- und Untergang: am 1. Jan. 8^h 13^m Mg., 3^h 54^m Ab., am 15. Jan. 8^h 7^m Mg., 4^h 13^m Ab. — Zunahme der Tageslänge Dez.—Jan. 31 m.

Entfernungen der Sonne und des Mondes von der Erde und scheinbare Durchmesser:

	Sonne			Mond	
	Entfernung	Durchm.		Entfernung	Durchm.
1. Jan.	19,705 000 Meil.	32' 35"	1. Jan.	54 500 Meil.	29' 36"
15. „	19,715 000 „	32 34	15. „	49 600 „	32 29

Auf- und Untergang des Mondes.

		Aufgang	Untergang
15. Dez.	Erdnähe	11^h 22^m Mg.	7^h 24^m Ab.
18. „	Erstes Viertel	0 35 Nm.	11 42 „
26. „	Vollmond	3 50 „	8 34 Mg.
31. „	Erdferne	9 19 Ab.	11 16 „
2. Jan.	Letztes Viertel	11 37 „	11 44 „
10. „	Neumond	8 24 Mg.	3 35 Nm.
12. „	Erdnähe	9 53 „	6 26 Ab.

2. Die Planeten.

Merkur ist im Januar zur Aufsuchung noch ungünstig seines tiefen Standes wegen und da er meist mit der Sonne (an welche er am 7. Januar seine gröfste Annäherung erreicht) auf- und untergeht.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Dez.	9h 31m Mg.	4h 35m Nm.	25,300 000 Meilen
1. Jan.	9 17 „	5 31 „	17,760 000 „
15. „	7 30 „	4 21 „	13,360 000 „

Venus ist Morgenstern und bildet namentlich um den 10. Januar, wo der Planet seinen gröfsten Glanz erreicht haben wird, eine prächtige Erscheinung am Morgenhimmel. Am 8. Januar ist Venus der Sonne am nächsten (14,400 000 Meilen Entfernung).

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Dez.	6h 34m Mg.	3h 2m Nm.	5,660 000 Meilen
1. Jan.	5 6 „	2 8 „	7,300 000 „
15. „	4 42 „	1 38 „	9,170 000 „

Mars ist bis nach 9h Abends am Abendhimmel gut sichtbar und steht im centralen Theil des Wassermann.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Dez.	11h 34m Vm.	9h 23m Ab.	29,880 000 Meilen
1. Jan.	10 49 „	9 31 „	32,220 000 „
15. „	10 9 „	9 37 „	34,190 000 „

Jupiter ist immer kürzere Zeit am Abendhimmel zu sehen und geht um Neujahr schon vor 7h unter.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Dez.	10h 57m Vm.	7h 42m Ab.	113,320 000 Meilen
1. Jan.	9 57 „	6 55 „	116,740 000 „
15. „	9 8 „	6 18 „	118,790 000 „

Saturn wird der Beobachtung günstiger, da er zeitiger aufgeht und bis zum Morgen verfolgt werden kann; er befindet sich im grofsen Löwen, bei σ Leonis, um Neujahr dicht über diesem Sterne 4. Gröfse.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Dez.	10h 59m Ab.	0h 23m Nm.	183,830 000 Meilen
1. Jan.	9 53 „	11 17 Vm.	178,400 000 „
15. „	8 55 „	10 21 „	174,420 000 „

Uranus steht am Morgenhimmel, etwa 9 Grad östlich vom Sterne Spica der Jungfrau.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Dez.	3h 16m Mg.	1h 26m Nm.	381,600 000 Meilen
1. Jan.	2 12 „	0 20 „	376,400 000 „
15. „	1 20 „	11 26 Vm.	371,800 000 „

Neptun culminirt um 9h Abends, ist bis in die Morgenstunden sichtbar und steht ungefähr $4^1/_2$ Grad wenig nordwestlich vom Sterne Aldebaran im Stier.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Dez.	2h 43m Nm.	6h 35m Mg.	579,100 000 Meilen
1. Jan.	1 34 „	5 26 „	581,900 000 „
15. „	0 38 „	4 30 „	585,200 000 „

Orte der Planeten:

	Merkur		Venus		Mars		Jupiter	
	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.
14. Dez.	18h 32m	— 25°31'	16h 20m	— 19°29'	22h 3m	— 13° 13'	20h 54m	— 18° 15'
19. „	19 5	— 24 48	16 14	— 18 14	22 17	— 11 49	20 58	— 17 58
24. „	19 35	— 23 30	16 12	— 17 23	22 31	— 10 22	21 2	— 17 41
29. „	19 58	— 21 46	16 15	— 16 55	22 45	— 8 53	21 6	— 17 22
3. Jan.	20 10	— 19 59	16 21	— 16 49	22 59	— 7 23	21 11	— 17 3
8. „	20 4	— 18 44	16 30	— 16 59	23 12	— 5 52	21 15	— 16 43
13. „	19 40	— 18 25	16 42	— 17 21	23 26	— 4 19	21 20	— 16 23

	Saturn		Uranus		Neptun	
	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.
14. Dez.	11h 15m	+ 6°52'	13h 53m	— 11° 3'	4h 13m	+ 19°30'
22. „	11 16	+ 6 51	13 54	— 11 10	4 12	+ 19 27
30. Jan.	11 16	+ 6 52	13 55	— 11 15	4 12	+ 19 26
7. „	11 16	+ 6 57	13 56	— 11 20	4 11	+ 19 24
15. „	11 15	+ 7 4	13 57	— 11 24	4 10	+ 19 23

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

14. Dez.	II. Trab. Verfinst. Austritt	3h 29m	Nm.	(15m vor Sonnenunterg.)
21. „	II. „ „ „	6 7	Ab.	
30. „	I. „ „ „	3 59	„	(7m nach Sonnenunterg.)
6. Jan.	I. „ „ „	5 54	„	

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(Für Berlin sichtbar.)

			Gröfse	Eintritt	Austritt
18. Dez.	* 30	Pisc.	4m 8	9h 38m Ab.	10h 39m Ab.
18. „	* 33	„	5.0	11 24 „	(Mond geht während der Bedeckung unter.)
20. „	* ν	„	4.6	8 47 „	9h 56m Ab.
7. Jan.	* ω¹	Scorp.	4.3	6 16 Mg.	7 20 Mg.
7. „	* ω²	„	5.0	6 58 „	7 33 „

5. Orientirung am Sternhimmel.

Im Monat Dezember—Januar gehen um 8h Abends unter die Sternbilder des Adlers, der Leyer und der Schlange, im Aufgang befinden sich Einhorn, Krebs und Hydra; in Culmination kommen um 8h Perseus, Widder und Walfisch. α Aquilae (Atair) geht um 8h unter; Sirius und Procyon kommen im Januar in den ersten Abendstunden über den Horizont, der erstere nach 7h, der zweite nach 6h; der helle Stern Spica der Jungfrau rückt erst 1h Nachts über unsern Gesichtskreis. Besondere Aufmerksamkeit lenken wir auf die Veränderlichen Algol und λ Tauri, welche der Beobachtung sehr günstig stehen und deren Lichtwechsel jetzt zu bequemer Abendzeit verfolgt werden kann. — Die folgende Tabelle zeigt die Culminationszeiten der hellsten Sterne an bestimmten Tagen an:

Culminirende Sterne	Hel-lig-keit	Culmination			
		am 23. Dezemb.	am 1. Januar	am 8. Januar	am 15. Januar
α Androm. (Sirrah) . .	1m	5h 54m Ab.	5h 18m Ab.	4h 51m Nm.	4h 23m Nm.
β Ceti	2.0	6 29 "	5 54 "	5 26 Ab.	5 0 Ab.
β Androm.	2.3	6 55 "	6 19 "	5 52 "	5 24 "
α Urs. min. (Polarstern)	2	7 10 "	6 34 "	6 7 "	5 39 "
α Arietis	2	7 53 "	7 17 "	6 49 "	6 21 "
β Persei (Algol) . . .	—	8 52 "	8 17 "	7 49 "	7 22 "
α Persei	2	9 8 "	8 32 "	8 5 "	7 37 "
α Tauri (Aldebaran) .	1	10 20 "	9 45 "	9 18 "	8 50 "
α Aurig. (Capella) . .	1	10 59 "	10 23 "	9 57 "	9 29 "
α Orion. (Beteigeuze) .	1	11 39 "	11 4 "	10 36 "	10 9 "
α Can. maj. (Sirius) . .	1	0 31 Mg.	11 55 "	11 27 "	11 0 "
ε Can. maj.	1.6	0 48 "	0 13 Mg.	11 42 "	11 14 "
α Gemin. (Castor) . . .	2	1 22 "	0 46 "	0 19 Mg.	11 47 "
α Can. min. (Procyon) .	1	1 28 "	0 52 "	0 25 "	11 53 "
α Hydrae	2	3 16 "	2 41 "	2 13 "	1 46 Mg.
α Leonis (Regulus) . .	1.3	3 57 "	3 21 "	2 54 "	2 26 "
δ Leonis	2.3	5 2 "	4 27 "	3 59 "	3 32 "
β Leonis	2	5 37 "	5 2 "	4 35 "	4 7 "

6. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1891 Rectas.	Declin.
S Persei	19. Dez.	8.5m	9m	2h 15m 1s	+ 58° 5'3
S Tauri	8. Jan.	10	13	4 23 14	+ 9 42.3
U Orionis	27. Dez.	7	—	5 49 21	+ 20 9.4
S Leonis	8. Jan.	9—10	13	11 5 13	+ 6 3.4
R Corvi	10. "	7	11	12 13 59	— 18 38.8
R Sagittarii	17. Dez.	7	12	19 10 18	— 19 29.9
S Pegasi	2. Jan.	7.8	12	23 15 2	+ 8 19.5
R Cassiop.	27. Dez.	5—6	12	23 52 52	+ 50 46.8

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

Algol . . . 16. Dez. Vm., 22. Nm., 28. Vm., 3. Jan. Vm., 9. Ab.
U Cephei . . 17. Dez., 22., 27. Ab., 1. Jan., 6., 11. Ab.
U Coronae . . 16. Dez. Ab., 23. Vm., 30. Vm., 5. Jan., 12. Jan. Mg.
λ Tauri . . 21. Dez., 29. Nm., 6. Jan., 14. Jan. Mg.
Y Cygni . . unregelmäfsig.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monocerotis 30. Dez. — W Virginis 1. Jan.

7. Meteoriten.

Der Meteoritenschwarm der Quadrantiden (Ausstrahlungspunkt bei AR = 230°, D = + 52°) schwärmt etwa vom 28. Dezember bis 4. Januar, am stärksten um den 2. Januar.

8. Nachrichten über Kometen.

Der am 6. Oktober von Barnard entdeckte D'Arrestsche Komet ist den übereinstimmenden Meldungen der Beobachter zufolge sehr schwach; er bildet einen länglichen, im Centrum etwas verdichteten Nebel und war seines tiefen Standes und seiner Lichtschwäche wegen sehr schwierig zu beobachten.



Roscoe, Die Spektralanalyse in einer Reihe von sechs Vorlesungen mit wissenschaftlichen Nachträgen. 3. Aufl., neu bearbeitet vom Verfasser und Arthur Schuster. Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn. Preis 16 M.

Da die letzte Auflage dieses trefflichen Werkes die Jahreszahl 1873 trägt, so wird die unabweisliche Nothwendigkeit einer neuen Auflage von selbst einleuchten. Wer aber die Fülle von wichtigen Entdeckungen ermessen kann, welche den jungen Wissenszweig der Spektralanalyse gerade in den letzten 20 Jahren bereichert haben, der weifs auch, dafs eine neue Auflage nach einer so langen und bedeutungsvollen Zwischenzeit ein neues Werk bedeutet und erneute Beurtheilung beansprucht. Anlage und Disposition sind zwar dieselben geblieben wie früher, insofern die zusammenhängende Darstellung in sechs, meisterhaft populär und zugleich streng wissenschaftlich abgefafsten Vorlesungen gegeben wird, während für speziellere Studien in wissenschaftlichen Nachträgen die wichtigsten Original-Publikationen angefügt sind; im einzelnen mufste die Neubearbeitung aber natürlich eine sehr wesentliche Umgestaltung und Erweiterung bedingen, so dafs die Seitenzahl von 300 auf 466 stieg, wovon etwa die Hälfte von den äufserst werthvollen und in den Original-Blättern für viele schwer erreichbaren wissenschaftlichen Beilagen eingenommen wird. Besonders charakteristisch für den Aufschwung der spektralanalytischen Forschung seit 1873 ist die Thatsache, dafs das am Schlufs des Werkes zusammengestellte, äufserst brauchbare Litteraturverzeichnifs sich von 13 bis auf 50 Druckseiten ausgedehnt hat. — Die unmittelbare Demonstration bei den Vorlesungen ist durch zahlreiche Abbildungen und Tafeln nach Möglichkeit ersetzt, doch wäre allerdings eine unmittelbarere Bezugnahme des Textes auf die wirklich gebotenen Anschauungen recht wünschenswerth gewesen. So wird z. B. auf S. 250 auf zwei Tafeln mit Coronaphotogrammen hingewiesen, die in Wirklichkeit nirgends zu finden sind, während dagegen andererseits leider die in den meisten Werken desselben Verlages wiederkehrende, als völlig verfehlt zu betrachtende Sternspektraltafel auch hier aufgenommen wurde, obgleich sie zum Text nur sehr schlecht pafst. Es macht fast den Eindruck, als wäre auf dieser Tafel das Sonnenspektrum und das Siriusspektrum versehentlich mit einander vertauscht worden. Im ersteren sehen wir nur wenige Linien, aber in aufserordentlicher Dicke, das letztere dagegen erscheint von zahllosen feinen Linien durchzogen. Auch kommt die typische Verschiedenheit in den nebeneinander gestellten Spektren von Sirius und α Herculis viel zu wenig deutlich zum Ausdruck. Es wäre sehr zu wünschen, dafs die Verlagshandlung, die sich sonst durch Güte der Illustrationen auszeichnet, endlich auch diese mifslungene Sternspektraltafel durch eine bessere, etwa nach Vorlage der Scheinerschen Tafeln entworfene, ersetzte. Schliefslich können wir gerade bei der inhaltlichen Vortrefflichkeit des vorliegenden Werkes die grofse Flüchtigkeit, mit welcher die Uebersetzung und Korrektur besorgt wurde, nicht ungerügt lassen. Neben einer grofsen Zahl

häfslicher Druckfehler finden sich an sehr vielen Stellen durchaus undeutsche Ausdrucksweisen, die jedem deutschen Leser unangenehm auffallen. Auch wäre es wohl eine billige Forderung, dafs in einem deutschen Buche die berechtigten Ansprüche deutscher Forscher gegenüber den Engländern nicht zu kurz kommen sollten; dies ist aber der Fall, wenn z. B. in einem 1890 erscheinenden Werke die Erfolge der spektrographischen Methode von H. C. Vogel verschwiegen bleiben. Dr. F. Koerber.



N. v. Konkoly, Handbuch für Spektroskopiker im Kabinet und am Fernrohr. Halle a. S., W. Knapp. 1890. Preis 18 M.

Während das Buch von Roscoe in meisterhaft populärer Weise in die spektralanalytische Forschung einführt, haben wir in dem vorliegenden Werke eine für angehende Praktiker sehr nützliche Instrumentenkunde vor uns. Neben einer bis ins Detail gehenden und durch zahlreiche Holzschnitte anschaulich gemachten Beschreibung aller der zahlreichen Gattungen von Spektroskopen, Spektrometern und Spektralphotometern geht der Verfasser auch auf alle für die Praxis nöthigen Hülfsapparate ein und schliefst dementsprechend auch einen umfangreichen Abschnitt an über Fernrohre und Sternwarten im allgemeinen. — Wir begrüfsen das sorgfältig gearbeitete Werk mit Freuden als einen kundigen Rathgeber für alle, die an der Instrumentenkunde Interesse nehmen. F. Kbr.

Ostwalds Classiker der exakten Wissenschaften. No. 1—11. Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

Wir wollen es nicht unterlassen, unsere Leser auf das sehr lobenswerthe Unternehmen des geschätzten Leipziger Verlages aufmerksam zu machen, durch welches die grundlegenden, zumeist seltenen und schwer zugänglichen Arbeiten auf dem Gebiete der exakten Wissenschaften nach und nach in einer einheitlichen Sammlung neu erscheinen sollen, damit auch solchen Studirenden, denen gröfsere Bibliotheken nicht zur Benutzung offen stehen, Gelegenheit geboten werde, direkt aus der frischen Quelle zu schöpfen. Um wieviel anregender und auch belehrender das Studium der Originale gegenüber dem blofsen schematischen Durchpauken der Compendien ist, braucht hier nicht von neuem betont zu werden, da hierüber in Gelehrtenkreisen wohl kaum eine Meinungsverschiedenheit herrscht. Die Herausgabe der vor wenigen Monaten mit Helmholtz Abhandlung über die Erhaltung der Kraft begonnenen Sammlung liegt in den bewährten Händen von Prof. Ostwald in Leipzig, dem noch Männer wie Bruns, Wangerin, Pfeffer, v. Oettingen und Groth für Spezialgebiete zur Seite stehen. Die Ausstattung ist eine gefällige, das Format das handliche Klein-Oktav, und der Preis von 25 Pf. pro Bogen wird es jedem Einzelnen gestatten, die wichtigsten Arbeiten der eigenen Disziplin der Privatbibliothek einzuverleiben, um sie stets zur Hand zu haben. Von den bis jetzt erschienenen elf Nummern seien noch erwähnt: J. Kant, Theorie des Himmels; Galilei, Unterredungen und mathematische Demonstrationen über die Mechanik und Fallgesetze; Bessel, Länge des einfachen Sekundenpendels; Gaufs, Flächentheorie und Abhandlung über das Potential. In Vorbereitung befinden sich u. A.: Coulomb, über Elektrizität und Magnetismus; Huyghens, über das Licht; Lavoisier und Laplace, über die Wärme. Kbr.





Herrn Arbeiter A. W. in St. Louis (U. S). Mit vieler Genugthuung und Freude haben wir von dem Inhalt Ihres Briefes Kenntnifs genommen; wir bekommen vor amerikanischen Verhältnissen und ganz besonders amerikanischen Arbeitern eine immer höhere Achtung und sehen, dafs die Einrichtung einer Urania dort (die in der That seit längerer Zeit geplant wird) gewifs materiell sowohl als ideell einen mindestens ebenso grofsen Erfolg haben würde wie hier.

Was den wissenschaftlichen Inhalt Ihres Briefes betrifft, so waren wir erstaunt über Ihre gute Orientirung; bezüglich Ihres Vorschlages jedoch die Wärme des Erdinnern mit Hülfe tiefer Bohrlöcher als Kraftquelle zu benutzen, möchten wir bemerken, dafs er recht originell erscheint; doch ist es wohl unzweifelhaft, dafs, bevor man sich zu diesen schwierigen Anlagen entschliefsen mufs, noch eine ungeheuer grofse Menge von viel leichter in den Dienst der Menschheit zu zwingenden Naturkräften auf der Oberfläche der Erde zur Verfügung steht. In der That beschäftigen sich ja gegenwärtig bekanntlich die Franzosen allen Ernstes damit, die Kraft der Ebbe und Fluth nutzbar zu machen, und ein Pariser Ingenieur hat ein Projekt ausgearbeitet, nach welchem das zur Fluthzeit dort an der Küste von Havre in ein Bassin fliefsende Wasser beim Wiederabfliefsen zur Zeit der Ebbe eine genügende Anzahl Maschinen bewegen würde, um ganz Paris elektrisch zu beleuchten. Der Mond also, dessen einziger Zweck nach der Meinung unserer Altväter es war, uns als Nachtlaterne zu dienen, der seine Pflicht in dieser Beziehung bekanntlich aber sehr unregelmäfsig thut, würde dann auf einem durch die Intelligenz des Menschen geschaffenen Umwege gezwungen werden, das Versäumte nachzuholen, da er ja die Hauptursache der Ebbe- und Flutherscheinung ist.

Berichtigung zu S. 87.

Die Photographie des Südpolarflecks auf Mars ist nicht von Mr. Wilson, sondern auf Mount Wilson ausgeführt worden.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Neue spektroskopische Untersuchungen auf Mount Hamilton.[1])

Die Bewegung von Nebelflecken in der Gesichtslinie nach den Beobachtungen von Herrn J. Keeler.

Von Prof. **Edward S. Holden**, Director der Lick-Sternwarte.

Uebersetzt von Dr. Ernst Wagner, Assistent des Kgl. Preufsischen Meteorologischen Instituts.

Das grofse Fernrohr der Lick-Sternwarte ist so eingerichtet, dafs es für drei verschiedene Methoden astronomischer Forschung nutzbar gemacht werden kann. Es dient zuvörderst der direkten Beobachtung zur Untersuchung der Oberflächen von Planeten, zur Messung der Distanzen von Doppelsternen u. s. w., sodann kann es in eine photographische Riesencamera von 60 Fufs Länge verwandelt werden, um mit Hilfe äufserst lichtempfindlicher Platten die Bilder von Sternhaufen und Nebeln zu fixiren, drittens kann man die von dem gewaltigen Objektiv gesammelte Lichtfülle von Planeten, Sternen und Nebeln mittelst eines vorzüglichen Spektroskops analysiren. Mit Hilfe des Spektroskops nun ist man in der Lage zwei völlig verschiedene Fragen zu entscheiden. Durch Vergleichung des Spektrums eines Sternes mit dem der verschiedenen irdischen Elemente läfst sich feststellen, welche der bekannten irdischen Elemente auch in der Atmosphäre des anderen Himmelskörpers vorkommen, und wenn dies geschehen ist, kann man das Spektroskop auch noch verwenden, um zu bestimmen, mit welcher Geschwindigkeit sich der Stern der Erde nähert, oder sich von ihr entfernt.

---

[1]) Einer Aufforderung des Herrn Dr. M. W. Meyer folgend, habe ich diese Mittheilung für „Himmel und Erde" geschrieben. Wegen des weiteren technischen Details verweise ich auf die „Publications of the Astronomical Society of the Pacific" II. pag 265. Edward S. Holden. (Siehe auch unsern ersten Bericht S. 84. Die Red.)

Diese Bestimmung der Bewegung von Sternen in der Gesichtslinie ist es, auf welche ich hier näher eingehen will, um von einigen neuen Entdeckungen mit dem grofsen Teleskop Mittheilung zu machen, da von den beiden andren Methoden seiner Anwendung schon entsprechend werthvolle Resultate in dieser Zeitschrift zur Veröffentlichung gelangt sind.

Wir wollen uns noch einmal überlegen, wie es möglich ist, die Bewegungsrichtung eines Sternes zu uns hin oder von uns weg festzustellen, indem wir sein Spektrum betrachten. Das Licht besteht aus Myriaden von Wellen, welche mit unveränderlicher Geschwindigkeit den Raum in allen Richtungen von dem leuchtenden Körper aus durcheilen. Durch die Wellenzüge, welche von demselben in unser Auge gelangen und unsere Netzhaut treffen, nehmen wir ihn wahr, und nennen sein Licht roth, wenn 500 Billionen Schwingungen in der Sekunde in das Auge gelangen; violet, wenn ihre Anzahl auf 750 Billionen steigt. Treffen die Wellen von verschiedener Schwingungszahl zwischen diesen beiden Grenzen unser Auge gleichzeitig, so erscheint uns der Körper weifs. Das Spektroskop legt das weifse Licht eines Sternes in ein farbiges Band auseinander, dessen eines Ende roth, das andre violet ist, innerhalb dieser beiden Grenzen liegen in bekannter Folge die Farben orange, gelb, grün, blau, indigo, es findet also eine vollkommene Zerlegung des dem Auge weifs erscheinenden Lichtes in seinen Componeten statt. Gesetzt nun, wir schauen mit diesem Instrument das Licht eines in gleichbleibender Entfernung von uns befindlichen Sternes an, und könnten quer durch das Spektrum in einer bestimmten Farbe eine Linie mit einem Bleistift ziehen, z. B. in der Mitte von violet, so markirt diese Querlinie die Stelle, ich könnte auch sagen die Farbe, welche von den Lichtwellen gebildet wird, die uns mit 750 Billionen Schwingungen in der Sekunde treffen. Denken wir uns nun eine andre Linie gerade oberhalb der ersten gezogen, aufserhalb des Spektrums, wie nebenstehende Figur 1 zeigt.

Es stelle A eine Linie vor, welche stets in der Mitte derjenigen Strahlen bleibt, die das Violet des Spektrums bilden. B sei eine Linie (beispielsweise ein feiner Draht oder Spinnfaden), welchen wir in dem Spektroskop selbst festgelegt haben, so dafs B die genaue Verlängerung von A bildet.

Nun haben wir uns den wirklichen Hergang der Sache folgendermafsen vorzustellen: Zunächst befinde sich der Stern im Raume Millionen Meilen entfernt von uns, aber in unveränderlicher Entfernung, unserem Auge als glänzend weifser Lichtpunkt wahrnehmbar, welcher

Lichtwellen aller Schwingungszahlen zwischen 500 und 750 Billionen in der Sekunde zu uns entsendet. Der ganze Raum zwischen uns und dem Stern ist von solchen Wellen erfüllt, welche, wenn sie in das Spektroskop gelangen, von demselben in das uns bekannte farbige Band zerlegt werden.

Nehmen wir nun an, dafs in einem gegebenen Augenblick der Stern sich in gerader Linie von der Erde weg zu bewegen beginnt, und zwar mit einer sehr grofsen Geschwindigkeit — sagen wir 80 Kilometer in der Sekunde, oder noch mehr — und dafs er diese Bewegung gleichförmig beibehielte, so hat sich seine physikalische Beschaffenheit damit in keiner Weise geändert. Er fährt fort Strahlen aller möglichen Wellenlängen zu entsenden, und er erscheint dem Auge in unverändert weifsem Lichte. Es wird daher auch sein Spektrum alle Farben von roth bis violet wie bisher enthalten, und dennoch ist mit demselben eine Veränderung vorgegangen.

Die bestimmte Strahlengattung des Sternes, welche nach Figur 1 die mit A bezeichnete Gegend des Violet bildete, mit der dunklen Linie darin, ist nicht mehr das Violet des neuen Spektrums. Warum

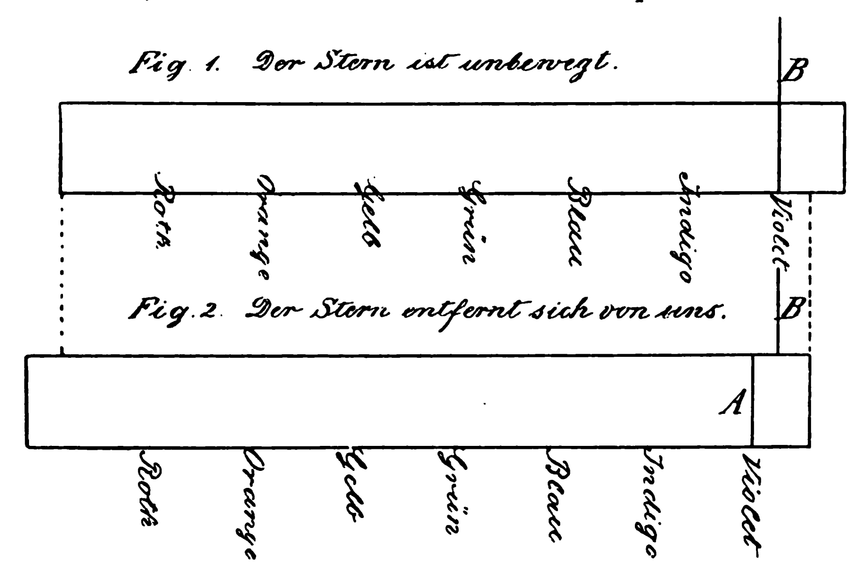


Fig. 1. Der Stern ist unbewegt.
Fig. 2. Der Stern entfernt sich von uns.

nicht? Bisher erschienen sie doch als Violet, da 750 Billionen Schwingungen derselben unser Auge in einer Sekunde trafen! Ganz recht, aber der Stern entfernt sich von uns mit solcher Geschwindigkeit, dafs diese Strahlen (wie natürlich auch diejenigen der übrigen Wellenlängen) jetzt eine merklich längere Zeit brauchen, um zu uns zu gelangen. Die Geschwindigkeit ihrer Fortpflanzung im Raume hat sich nicht ge-

ändert, aber es kommen von jeder Strahlengattung weniger Schwingungen in der Sekunde zu uns als vorher.

Es ist dieselbe Erscheinung wie wenn ein Boot in einem Strome ruhig vor Anker liegt, und eine bestimmte Zahl von Wasserwellen in einer Sekunde an demselben vorüberfliefsen; wenn aber der Anker gelichtet wird und das Boot sich schnell in der Fortpflanzungsrichtung der Wellen bewegt, so ist es klar, dafs weniger Wellen als zuvor in der Sekunde am Boot vorbeiziehen werden. Ganz dasselbe findet nun mit den Strahlen statt, welche in unserem Beispiel, als der Stern sich in Ruhe befand, (Fig. 1.) das Violet bildeten. Bei der schnellen Fortbewegung von uns weg können sie nicht länger das Violet darstellen, da ihre Schwingungszahl in der Sekunde sich verkleinert hat, sondern werden dem Auge etwa als ein Theil des Indigo erscheinen müssen.

Dieser neue Zustand der Dinge wird durch Figur 2 dargestellt, wobei man sich erinnern möge, dafs die Linie B ein fester Faden in dem Spektroskop ist, der seinen Ort nicht verändern kann. Je schneller sich nun der Stern von uns in grader Linie fortbewegt, desto gröfser wird die Entfernung der Linien A und B von einander werden, also mit anderen Worten die Verschiebung von A. Würde sich der Stern zu uns hin bewegen, so würde die Verschiebung von A in entgegengesetzter Richtung stattfinden, also A auf der rechten Seite von B erscheinen.

Der Schlufs ist demnach leicht gemacht, dafs der Betrag der Verschiebung ein Mafs für die Geschwindigkeit der Bewegung des Sternes abgiebt. Zwar können wir keine Linie A mit dem Bleistift durch die Strahlenbündel ziehen, welche beständig von dem Sterne zu uns abfliefsen. Dies hat für uns vorsorglich die Natur selbst gethan, denn die Sternspektra zeigen meist sämtlich feine schwarze Querlinien, welche in der Absorption bestimmter Strahlengattungen innerhalb der eigenen atmosphärischen Umhüllung des Sternes ihren Ursprung finden.

Innerhalb des jedem Sterne eigenen Spektrums behalten diese Absorptionslinien unveränderlich dieselbe Stelle — nicht so jedoch innerhalb des analysirenden Spektroskops. Hier verschieben sie sich von den festgelegten Stellen bald nach rechts, bald nach links, je nachdem wir verschiedene Sterne einstellen. Die in unserem Beispiel A benannte Linie befindet sich bei einem gewissen Sterne immer um eine bestimmte, wenn auch sehr kleine Strecke links von der festen Linie B, woraus wir schliefsen, dafs sich der Stern beständig von uns

entfernt. Bei einem andren Sterne liegt sie stets auf der rechten Seite von B, hiernach bewegt sich letzterer gerade auf uns zu.

Die spektroskopischen Beobachtungen. In obigem haben wir das Wesen dieser ausgezeichnet schönen Methode kurz geschildert. So einfach aber die Theorie ist, so erstaunlich mühsam und beschwerlich ist ihre praktische Verwirklichung.

Zuerst wurde diese Methode auf Geschwindigkeitsbestimmungen von Fixsternen angewendet von Dr. Huggins und Dr. Miller im Jahre 1866, und in Greenwich eine Reihe von Jahren mit ausdauerndem Fleifse geübt. Professor H. C. Vogel, jetzt Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, machte einige der genauesten derartigen Messungen in der früheren Periode dieser Beobachtungen, und ist jetzt wiederum mit Bestimmungen derselben Art beschäftigt, wobei er jedoch die Photographie an Stelle der direkten Beobachtung des Spektrums verwendet. Nach dem, was zur Zeit von Professor Vogel darüber veröffentlicht wurde, dürfen wir sicher sein, dafs seine Resultate von der denkbar gröfsten Genauigkeit und Wichtigkeit sein werden. Thatsächlich inauguriren diese Messungen zu Potsdam und auf Mount Hamilton eine neue Aera der Spektroskopie. Zwar waren die Resultate der älteren Untersuchungen dieser Art nicht weniger interessant und wichtig, denn sie legten den festen Grund für die Methoden, welche wir jetzt zu benutzen in der Lage sind, aber sie waren in betreff der erreichbaren Genauigkeit von beträchtlich niedrigerer Ordnung.

Beispielsweise erhielt man 1885 für die Bewegung des hellen Sternes erster Gröfse Arcturus in Greenwich Resultate, welche von 21 bis 113 Kilometern pro Secunde variiren, und im Mittel etwa 71 Kilometer ergeben. Im Jahre 1886 lagen die einzelnen Werthe zwischen den Grenzen 34 und 114, das Mittel war 64 Kilometer. Die benutzte Methode ist an sich vollkommen korrekt, jedoch die Beobachtung so schwierig, dafs bei kleinen Teleskopen genaue Resultate überhaupt nicht zu erwarten sind.

Bei den Entwürfen für unser grofses Fernrohr wurden die Bedürfnisse der spektroskopischen Untersuchungen der Sterne besonders im Auge behalten. Man durfte erwarten, dafs das grofse Instrument die Genauigkeit solcher Messungen beträchtlich erhöhen würde, aber ich glaube, dafs niemand von uns auf die geradezu erstaunliche Schärfe unserer Beobachtungsresultate gefafst war. Glücklicherweise besitzen wir eine leichte und nahe liegende Probe unserer Genauigkeit. Die Bewegung der Venus zu oder von der Erde läfst sich aus ihrer be-

kannten Bahn mit gröfster Schärfe berechnen, ebenso aber kann diese Bewegung mit dem Spektroskop gemessen werden. Die Uebereinstimmung beider Resultate mufs unwiderleglich zeigen, in wie weit dem Spektroskop Vertrauen geschenkt werden darf. Ich gebe zu diesem Zweck vier Messungen der Bewegung der Venus, im August 1890 von Herrn J. Keeler ausgeführt, zu dessen Obliegenheiten alle spektroskopischen Beobachtungen gehören.

	Kilometer pro Sekunde			
Beobachtete Bewegung:	11.75	13.36	14.97	12.07
Berechnete „	13.04	13.20	13.20	13.20
Differenz:	— 1.29	+ 0.16	+ 1.77	— 1.13

Die letzte Zeile stellt also die Fehler der spektroskopischen Bestimmung dar, aus welchen hervorgeht, dafs wir die Bewegung der Venus oder irgend eines hellen Sternes bis auf einen Fehler von weniger als etwa ±1.6 Kilometer pro Sekunde genau bestimmen können. Die Fehler der Greenwicher Beobachtungen sind ausserordentlich viel gröfser. So ergiebt sich z. B. für die Bewegung des Arcturus, welcher sich nach den Messungen zu Greenwich der Erde mit etwa 64 Kilometer pro Sekunde nähern soll, in Wirklichkeit nur der Werth von 6.4 Kilometer, also nur $^1/_{10}$ des ersten — ähnlich in anderen Fällen.

Die auf photographischem Wege zu Potsdam für Arcturus erhaltenen Zahlen stimmen mit den direkten Messungen auf Mount Hamilton fast vollkommen überein. Hierin zeigt sich die gewaltige Ueberlegenheit des grofsen Teleskops über kleinere Instrumente augenfällig, und deutlicher als auf irgend eine andre Weise.[2]) Die Greenwicher Beobachtungen waren so gut, als sie mit den vorhandenen Apparaten überhaupt ausgeführt werden konnten, aber keine noch so grofse Geschicklichkeit des Beobachters kann den ungeheuren Gewinn an Lichtfülle und Bildschärfe ersetzen, welchen das grofse Instrument gewährt.

---

[2]) Gleichzeitig beweist der nahezu gleiche wissenschaftliche Werth der diesbezüglichen Resultate auf Mount Hamilton und in Potsdam, einen wie ungemein grofsen Vorzug die photographische Methode bei derartigen Untersuchungen gegenüber der des direkten Sehens hat. Das Potsdamer Instrument besitzt nur eine Objektiv-Oeffnung von 298 mm, das der Licksternwarte dagegen eine solche von 1020 mm. Theoretisch ist also die Lichtstärke des letzteren $\frac{1020^2}{298^2}$ = 11,7-mal gröfser als die des ersteren. Nur durch die Dauerwirkung der Photographie konnte deshalb das Potsdamer Instrument mit dem amerikanischen Riesen in vortheilhafte Konkurrenz treten. Das in Potsdam photographisch aufgenommene Spektrum des Arctur ist übrigens auf unserer Lichtdrucktafel wiedergegeben und man vergleiche dazu auch den Text S. 84.
Anm. d. Red.

Bewegung des Sonnensystems im Weltenraume. Die vorläufigen Beobachtungen zeigen das neue Feld, welches sich in dieser Beziehung uns jetzt eröffnet hat. Die Methode dieser Untersuchung ist schon vor langer Zeit geschaffen worden, aber es war ein dem grofsen Fernrohr vorbehaltener Triumph, zu zeigen, dafs in ihrer Anwendung Resultate von unerhörter Genauigkeit zu erreichen sind. Hiermit ist eine gänzlich neue Genauigkeitsskala begründet worden, und eine ganze Reihe neuer Probleme thut sich vor uns auf, die nun ihrer Lösung harren.

Wenn wir messen, wie schnell ein bestimmter Stern sich der Erde nähert, bedeutet dies nur, wie schnell sich die Erde gerade diesem Sterne entgegen bewegt. Aber wenn wir dies für einen Stern bestimmen können, vermögen wir dies auch für viele andere, hieraus aber können wir ermitteln, wie schnell sich die Erde und das gesamte Sonnensystem zwischen den Sternen des Weltalls bewegt. Wir sind also im stande, Richtung und Geschwindigkeit der Bewegung unseres Sonnensystems im Raume festzulegen.

Dieses ist eines der grofsen Probleme, welche sich augenblicklich in der Bearbeitung befinden und deren Studium so schnell gefördert wird, als es die beschränkte Zahl der Beobachter auf Mount Hamilton nur irgend gestattet; denn der Begründer der Lick-Sternwarte sorgte zwar für eine grofsartige instrumentelle Ausrüstung derselben, aber der uns verbleibende Fonds für Anstellung und Remunerirung von Beobachtern ist unverhältnifsmäfsig gering.[3])

Die Bewegung von Nebelflecken in der Gesichtslinie. Die ganze vorangehende Auseinandersetzung war nöthig, bevor ich ohne Schwierigkeit für das Verständnifs die allerletzten Resultate spektroskopischer Forschung hier besprechen konnte. Ebenfalls durch Herrn J. Keeler werden auch jene entfernten gasartigen Massen, welche wir Nebelflecke nennen, in den Kreis dieser Untersuchungen einbezogen — wie es zum erstenmal hier festgestellt wurde, dafs sie sich bewegen, und schliefslich auch mit welchen Geschwindigkeiten, bedarf nach obigem keiner weiteren Auseinandersetzung.

Vielmehr wäre es verwunderlich, wenn diese Körper, von denen wir wissen, dafs sie in vielen Fällen mit Sternen in enger Verbindung stehen, keine Bewegung haben sollten, aber bis vor kurzem war keine Beobachtung im stande, eine solche Bewegung nachzuweisen, was auch kaum zu erwarten war. Wir sahen, dafs die Greenwicher Be-

[3]) Tout comme chez nous — dieselben Klagen über mangelndes und unzureichend besoldetes wissenschaftliches Personal treffen für manches wissenschaftliche Institut auch hier zu Lande völlig zu! Anm. des Uebersetzers.

obachtungen für Arcturus einen zehnfach zu grofsen Betrag seiner Bewegung ergaben, und es war demnach völlig aussichtslos, die Bewegung von Nebeln bestimmen zu wollen, ehe sich die Genauigkeit der Einzelmessungen auf eine zuvor ungeahnte Stufe erhob. Dieses letztere aber ist inzwischen geschehen mit Hilfe unseres grofsen Fernrohrs, und im Juli und August 1890 wurden bereits von 10 der helleren Nebel die Bewegungen bestimmt. Die kleinste Bewegung ist wenig gröfser als 2 Kilometer pro Sekunde, die gröfste nahezu 60 Kilometer. Der Fehler jeder einzelnen Messung beträgt kaum mehr als 4 Kilometer pro Sekunde.[4])

Hiernach scheint es, dafs das grofse Teleskop in der geschickten Behandlung des Herrn Keeler wiederum einen der Schleier entfernt hat, welche uns bisher die wahre Natur der Nebel so sehr verhüllt haben. Theoretisch war es freilich sicher, dafs diese Körper denselben Gesetzen unterworfen sein mufsten wie die Sterne, mit denen sie, wenigstens in manchen Fällen, direkt verbunden sind. Die theoretische Wahrscheinlichkeit ist nun zur Gewifsheit geworden, und die Bewegung der Nebel eine feststehende Thatsache.

Die Lick-Sternwarte ist nun seit etwas mehr als zwei Jahren in voller Thätigkeit, welche sich auf viele Gebiete der Wissenschaft erstreckt und viel, vielleicht zuviel wird von ihr erwartet. Es ist daher für den, welcher amtlich mit ihr verbunden ist, eine erfreuliche Genugthuung, einen entscheidenden Fortschritt derselben auf einem Wege verzeichnen zu können, auf welchem so grofse Schwierigkeiten aufgethürmt waren, dafs er bisher kaum betreten worden ist. Hoffentlich ist mir der Nachweis gelungen, dafs der Pfad offen und die Bahn für weitere Fortschritte geebnet ist.

[4]) Neuerdings hat Herr Keeler die Lage der Wasserstofflinie in mehreren dieser Nebel genau bestimmt, woraus die wirkliche Bewegung im Raume genau berechnet werden kann.





Die Umwälzung unserer Anschauungen vom Wesen der elektrischen Wirkungen.

Vortrag gehalten an der technischen Hochschule zu München von

Prof. Dr. Sohncke.

Die Naturwissenschaften bieten uns zwei wesentlich verschiedene Seiten dar: während der eine Betrachter in ihnen das Mittel für tausenderlei nützliche Erfindungen erblickt, welche der Kultur der Jetztzeit das charakteristische Gepräge geben, fafst sie der andere als abstrakte Wissenschaft auf, die das Wesen der Dinge zu ergründen sucht. Diesen philosophischen Zug der Naturwissenschaft bringt die englische Sprache sogar unmittelbar zum Ausdruck, wenn sie die exakten Naturwissenschaften als natural philosophy bezeichnet.

Es ist eine bedeutungsvolle Thatsache, dafs dem Forscher bei der abstrakt wissenschaftlichen Beschäftigung mit der Natur wieder und wieder Erfindungen von der gröfsten technischen Wichtigkeit als Nebenprodukte seiner auf ganz andere Ziele gerichteten Thätigkeit, gleichsam als überraschende Geschenke, in den Schofs fallen. Das glänzendste Beispiel hierfür bietet wohl die Erfindung des elektrischen Telegraphen durch Gaufs und Weber 1833. Von dem Studium, welches diese beiden der abstraktesten Wissenschaft ergebenen Männer, der eine ein Mathematiker und Astronom, der andere ein Physiker, den elektrischen Strömen, besonders den Induktionsströmen widmeten, leitet sich direkt die Entstehung eines eigenen neuen Zweiges der Technik her: der heute so mächtig aufgeblühten Elektrotechnik.

Umgekehrt wiederum liefert die auf die Praxis des Lebens und auf die Technik angewandte Naturwissenschaft der abstrakten Wissenschaft die vielfältigsten und fruchtbarsten Anregungen. Es bleibt unvergessen, dafs die physikalische Wissenschaft einem Arzte, dem Dr. J. R. Mayer, die Erkenntnifs der innigen Beziehungen verdankt, welche Wärme und Arbeit miteinander verknüpfen. Ausgehend von der unscheinbaren Beobachtung, die er 1840 bei Aderlässen an jüngst auf Java angekommenen Europäern machte, dafs das aus der Armvene

genommene Blut eine überraschend hellrothe Färbung zeigte, gelangte Mayer durch streng logische Gedankenfolge zu dem Schlusse, dafs „eine unveränderliche Gröfsenbeziehung zwischen der Wärme und der Arbeit ein Postulat der physiologischen Verbrennungs-Theorie sei.“ (Mayer: die Mechanik der Wärme. Stuttgart 1867. S. 249 ff.) Diese Mayersche Entdeckung des mechanischen Wärmeäquivalents einerseits, und andererseits Sadi Carnots eindringende Betrachtung der Prozesse, welche sich bei der Arbeitsleistung der Dampfmaschinen abspielen, bilden die Doppelwurzel der heutigen Thermodynamik, eines mit Früchten reichgesegneten Baumes, der eine Zierde der abstrakten Wissenschaft geworden ist.

Diese glückliche Wechselwirkung zwischen Technik und Naturwissenschaft begründet und erklärt vornehmlich die hervorragende Stellung, welche die Naturwissenschaft im Kulturleben der Menschheit je länger je mehr einnimmt. Diese Wechselwirkung ist es auch, welche noch im besonderen die hohe Bedeutung der Naturwissenschaft für die technischen Hochschulen bedingt. Der Maschineningenieur, Bauingenieur und Architekt, der technische Chemiker und der Landwirth: sie alle bedürfen mehr oder weniger eingehender Kenntnisse der Natur, wenn sie ihrem Berufe mit Erfolg obliegen wollen. Wenn unter obigen Studienfächern an den technischen Hochschulen nicht auch die Medicin genannt werden konnte, so ist das lediglich eine Folge der historischen Entwickelung unserer höheren Bildungsanstalten; denn bei einer rein logischen Zutheilung der Fächer an die verschiedenen Hochschulen müfste die Medicin ihren Platz nothwendig neben den übrigen angewandten Naturwissenschaften, d. h. bei den technischen Fächern finden. Doch dies nur nebenbei!

Eine unmittelbare Folge der geschilderten Wechselwirkung zwischen abstrakter und angewandter Naturwissenschaft ist es, dafs jede Vervollkommnung der theoretischen Erkenntnifs, jede Berichtigung unserer Anschauungen von den Naturvorgängen, früher oder später auch zurückwirkt auf die vollkommenere Beherrschung der Naturkräfte und ihre bessere Verwerthung für die Zwecke der Menschen.

Die Gesetze der Erscheinungen freilich ändern sich nicht, sie sind ewige Wahrheiten; indessen können neue Gesetze gefunden, neue Zusammenhänge der Erscheinungen aufgedeckt werden. Den mannigfachsten Veränderungen unterworfen sind aber unsere Vorstellungen von den tieferen Gründen oder dem eigentlichen Wesen der Erscheinungen. Eine Veränderung unserer Hypothesen ist immer dann geboten, wenn neue Erscheinungen bekannt werden, die mit den

bisher herrschenden Ansichten unvereinbar sind. Alsdann sind die Hypothesen umzubilden und zu berichtigen oder durch gänzlich neue zu ersetzen.

Eine solche Umwälzung tiefgreifendster Art ist es nun, auf welche ich mir vorgenommen habe, heute die Aufmerksamkeit der Versammlung zu richten; es ist die Umwälzung, welche in neuester Zeit unsere Anschauungen vom Wesen der elektrischen Wirkungen erfahren haben.

Schon zweimal zuvor ist unser Jahrhundert Zeuge von gewaltigen Umbildungen physikalischer Vorstellungen gewesen: Gleich in den ersten Jahrzehnten erfuhren die Ansichten vom Wesen des Lichts eine vollständige Umwandlung; und um die Mitte des Jahrhunderts geschah dasselbe mit den Ansichten vom Wesen der Wärme.

Während man seit Newtons Zeit, und durch seine gewaltige Autorität verführt, jeden Stern und jede Flamme deswegen für leuchtend gehalten hatte, weil sie Lichttheilchen direkt in das Auge schleuderten, so drängten die mittlerweile bekannt gewordenen Interferenzerscheinungen, bei denen durch das Zusammenwirken zweier Lichtstrahlen Finsternifs, nicht Licht, entsteht, unwiderstehlich zu der schon von Huygens ausgesprochenen Überzeugung, dafs das Licht nur in der Wellenbewegung eines das All erfüllenden Mediums: des Lichtäthers bestehen könne, dessen Wellenschlag, wenn er das Auge erreicht, den Eindruck von Licht erzeugt, dagegen chemisch wirkt, wenn er die photographische Platte trifft, und wiederum Wärme hervorruft, wenn ihm ein Thermometer dargeboten wird.

So mufste denn auch die alte Lehre vom Wärmestoff oder Calorikum als unhaltbar aufgegeben werden, und der zwischen Wärme und Arbeit nachgewiesene Zusammenhang machte es im höchsten Grade wahrscheinlich, dafs die Wärme eines Körpers lediglich in der mehr oder minder lebhaften Bewegung der ihn zusammensetzenden Theilchen oder Molekeln bestehe.

Den letzten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts war es nun vorbehalten, einen Umschwung fundamentaler Art zu zeitigen bezüglich der Vorstellungen über das Wesen der elektrischen Wirkungen.

Wenn wir ein wirkliches Verständnifs gewinnen wollen von der Bedeutung dieses wissenschaftlichen Fortschritts, so ist es nöthig, uns in die physikalische Denkweise des vorigen Jahrhunderts zurückzuversetzen, denn jene hat auch unser Jahrhundert noch fast völlig beherrscht und ist eben erst in unseren Tagen endgiltig überwunden

worden. Hierzu müssen wir aber etwas weit ausholen, nämlich bis zu den Anfängen der neueren Physik im 17. Jahrhundert zurückgehen.

Indem Galilei den alltäglichen Vorgang des freien Falls eines Steins sorgfältig experimentell untersuchte und ihn denkend verfolgte, war er dazu gelangt, die fundamentalen Begriffe der Bewegungslehre: Geschwindigkeit und Beschleunigung, sowie die Urthatsache des Beharrungsvermögens, vollkommen klar und bestimmt aufzufassen und hierdurch die allgemeine Dynamik zu begründen. Das Verdienst Newtons war es alsdann, die Fundamente der Mechanik systematisch zu bearbeiten und vornehmlich: die Galileischen Begriffe auf das grofsartige, seit Jahrtausenden beobachtete und in seinen Einzelheiten genau durchforschte Schauspiel der himmlischen Bewegungen anzuwenden. Ermöglicht war ihm diese Anwendung dadurch, dafs es den rastlosen Bemühungen des phantasiereichen Kepler gelungen war, den ganzen Beobachtungsschatz, der sich auf die Bewegungen der Planeten bezog, in seine drei einfachen Keplerschen Gesetze zusammenzufassen. Diese sagten uns, auf was für Bahnen und mit welchen Geschwindigkeiten die Planeten sich um die Sonne bewegen. Aber sie enthielten nichts von den Kräften, welche diese Bewegungen veranlassen und unterhalten. Da war es Newton, welcher zeigte, dafs jeder Planet dauernde Impulse nach der Sonne hin erfährt, schwächere in der Sonnenferne, stärkere in der Sonnennähe, und dafs diese scheinbar von der Sonne auf den Planeten ausgeübte Kraft in geradem Verhältnifs zur Masse der Sonne und zur Masse des Planeten steht, dagegen im umgekehrten Verhältnifs des Quadrats der Entfernung beider. Der nach der Sonne hin gerichtete Antrieb, die Beschleunigung, sinkt also bei Verdoppelung der Entfernung auf den vierten Theil des anfänglichen Werths, bei Verdreifachung der Entfernung auf den neunten Theil, u. s. f. Eine solche Kraft mufs, wie Newton bewies, genau jene Bewegungen des einzelnen Planeten zur Folge haben, welche er laut den Keplerschen Gesetzen thatsächlich ausführt. Und nun konnte Newton mit kühner Verallgemeinerung weiter zeigen, dafs überhaupt die Wechselwirkung je zweier Körper, auch wenn es nicht gerade Himmelskörper sind, demselben Gesetze unterliegt. Dies ist sein grofsartiges Gravitationsgesetz, das Gesetz der allgemeinen Massenanziehung oder allgemeinen Schwere.

So waren die himmlischen Bewegungen bis zu einem gewissen Grade erklärt oder begriffen! Denn während man vordem die Planeten staunend ihre ewigen Bahnen ziehen sah, ohne irgend einen Grund

für ihr Wandeln zu kennen, so wufste man jetzt: Sie bewegen sich so, als ob zwischen der Sonne und dem Planeten jene Kraft in zwar unsichtbarer, aber unfehlbarer Weise unablässig wirkte. Freilich ist diese Erklärung, wie jede, nur eine bedingte; sie ist eigentlich nur ein kurzer Ausdruck der Thatsachen. Was befähigt denn die Sonne durch den leeren Raum hindurch auf den fernen Körper überhaupt zu wirken, und mit verschiedener Stärke zu wirken, wenn der Abstand ein anderer wird? Welches unsichtbare geisterhafte Band kettet je zwei Massen an einander und befähigt sie, einander aus der Ferne anzuziehen?

Newton selber war sich dieser Schwierigkeiten sehr wohl bewufst. Er sagt im dritten Brief an Bentley (Vergl. Tyndall: Faraday und seine Entdeckungen. Uebers. 1870 S. 64): „Die Annahme, dafs die Schwere der Materie an sich schon wesentlich zukomme, so dafs ein Körper auf einen entfernten anderen auch durch den leeren Raum hin, und ohne Vermittelung von irgend etwas Anderem wirken könne, mittelst dessen und wodurch seine Wirkung und Kraft hinüber geleitet wird, das erscheint mir als eine so grofse Absurdität, dafs ich nicht glaube, irgend jemand, welcher bei naturwissenschaftlichen Dingen ausreichendes Denkvermögen besitzt, könne darauf verfallen. Die Schwere mufs erzeugt werden durch ein nach bestimmten Gesetzen konstant wirkendes Agens; allein ob dieses Agens ein materielles oder immatarielles ist, überlasse ich der Ueberlegung meiner Leser“.

Aber Newtons Nachfolger liefsen solche Vorsicht mehr und mehr aufser Acht; sie sahen es geradezu als eine jeder Masse innewohnende Eigenschaft an, auf andere Massen aus der Ferne zu wirken mit einer durch jenes Gesetz bestimmten Kraft. So bildete sich nach und nach in der physikalischen Wissenschaft die Vorstellung der unvermittelten Fernwirkung oder der den Raum überspringenden Kraft aus, eine Vorstellung, deren begriffliche Schwierigkeiten allmählich von den meisten garnicht mehr gefühlt wurden, während freilich philosophische Köpfe sich nie mit ihr befreunden konnten. So äufsert sich z. B. der Philosoph Herbart im ersten Viertel unseres Jahrhunderts folgendermafsen (Lehrb. z. Einl. in d. Philosophie. 2. Ausg. Königsberg 1821. S. 227): „Was die vorgebliche Wirkung in die Ferne anlangt: so widerlegt diese sich selbst durch die Gesetze, an welche sie geknüpft ist. Denn die Wirkung soll abnehmen, wie das Quadrat der Entfernung wächst. Hier wird der Zwischenraum zwischen dem Thätigen und dem Leidenden nicht als unbedeutend, sondern als be-

stimmend das Quantum der Wirkung, als der Träger eines Gesetzes angesehen. Darin liegt das Bekenntnifs: der Zwischenraum sei nicht leer. Wenn er es wäre, so wäre er Nichts, und an Nichts kann man keine Gesetze knüpfen. Mit anderen Worten: gäbe es eine Wirkung durch leeren Raum, so müfste sie in allen Entfernungen gleich stark, — es müfste das Thätige für das Leidende allgegenwärtig sein. Weil es dies nicht ist, sondern die Wirkung mit der gröfseren Entfernung abnimmt, so beruht sie auf einer Vermittelung".

Fast zwei Jahrhunderte hindurch stand die physikalische Forschung unter dem Einflufs der gewaltigen Newtonschen Entdeckung; besonders die Physik des vorigen Jahrhunderts war fast ausschliefslich mit der Verarbeitung und Aneignung des Gravitationsgesetzes beschäftigt. Weil dieses Gesetz sich so allgemein, auf der Erde wie am Himmel, in Geltung erwiesen hatte, so war es nur natürlich, dafs man auch andere Erscheinungen auf Gesetze von derselben Form zurückzuführen suchte. Sobald dies gelang, so erschien die betreffende Erscheinung erklärt; an den Gedanken der unvermittelten Fernewirkung durch das Nichts hindurch hatte man sich ja gewöhnt! So zeigte Coulomb, dafs nicht nur die Anziehung zweier ungleichnamiger Magnetpole, sondern auch die Abstofsung zweier gleichnamiger Pole demselben Gesetze unterworfen ist. Derselbe Physiker bewies, dafs auch zwei elektrische Kügelchen genau nach demselben Gesetz aufeinander wirken, anziehend, wenn sie entgegengesetzt geladen sind, abstofsend bei gleichartiger Ladung. — Unter diesen Umständen konnte es eine Zeit lang scheinen, als möchte es gelingen, vielleicht alle physikalischen Erscheinungen als durch dasselbe Gesetz beherrscht nachzuweisen. Freilich die Molekularerscheinungen erwiesen sich solchen Versuchen gegenüber gleich von vornherein sehr spröde. Aber auch auf dem elektrischen und magnetischen Gebiet zeigten sich beim Fortschritte der Entdeckungen die Erscheinungen weit mannigfaltiger und reicher, als dafs sie alle auf dasselbe Gesetz sich hätten zurückführen lassen.

Die anziehenden und abstofsenden Wirkungen, welche schon einzelne Theile elektrisch durchströmter Leiter aufeinander ausüben, die Wechselwirkungen zwischen stromdurchflossenen Leitern und Magneten, die wunderbare Entstehung von inducirten elektrischen Strömen bei Annähern und Entfernen fertiger Ströme oder Magnete: alle diese wunderbaren und verwickelten Erscheinungen forderten zu ihrer Erklärung mehr als das einfache Wirkungsgesetz nach dem umgekehrten Quadrat der Entfernung.

Ungeachtet der ungemeinen Schwierigkeiten, die sich der Lösung der Aufgabe entgegenstellten, ein alle diese elektrischen und magnetischen Erscheinungen umfassendes Gesetz zu entdecken, gelang es dem genialen Scharfsinn W. Webers doch, ein solches zu finden. Das Webersche Gesetz fufst auf der Vorstellung: im elektrischen Strome flössen gleich grofse Mengen von positiven und negativen Elektrizitätstheilchen gleichzeitig in genau entgegengesetzten Richtungen. Weber setzt nun voraus, diese Theilchen wirkten auf andere bewegte Elektrizitätstheilchen: nicht, wie im Ruhestande, einfach nach dem Coulombschen Gesetze, sondern mit einer Kraft, deren mathematischer Ausdruck sich vom Coulombschen Gesetze durch Hinzufügung von zwei Gliedern unterscheidet, welche noch von den gegenseitigen Bewegungen der aufeinander wirkenden Elektrizitätstheilchen abhängen, nämlich von ihren Geschwindigkeiten und Beschleunigungen. Das so vervollständigte Wirkungsgesetz bewegter Elektrizitätstheilchen aufeinander genügt nun thatsächlich, um alle bei seiner Aufstellung bekannten elektrischen Erscheinungen nicht nur qualitativ, sondern auch quantitiv in voller Uebereinstimmung mit den Beobachtungen darzustellen, also zu erklären!

So mufs das Webersche Gesetz, welches als vervollständigtes Newtonsches Gesetz aufgefafst werden kann, als die vollendetste Frucht dieser ganzen Richtung der physikalischen Wissenschaft bezeichnet werden. Denn es leistet geradezu aufserordentliches. Aber vorausgesetzt ist beim Weberschen Gesetze ebenso wie beim Gravitationsgesetz: es existire eine momentan sich bethätigende unvermittelte Fernewirkung.

Während sich die Anschauungen von der Wirkung der elektrischen Kräfte in der geschilderten Weise besonders in Deutschland und Frankreich konsequent fortentwickelten, bereitete sich von England her, langsam aber sicher, ein vollkommener Umschwung vor.

Michaël Faraday, der gröfste Experimentalphysiker, den die Welt bisher gesehen, hatte einen durchaus anderen Bildungsgang, als den in der Gelehrtenwelt sonst üblichen, durchgemacht. Ohne regelmäfsige höhere Schulbildung, auch ohne Kenntnifs der Mathematik, hatte er sich vom Buchbindergesellen erst zum Assistenten des Chemikers H. Davy, später zu seinem Nachfolger als Professor an der Royal Institution aufgeschwungen. So sehr er auch die Lücken seiner Vorkenntnisse empfinden mochte und sie durch eifrigstes Privatstudium auszufüllen suchte, so war es doch wohl gerade eine Folge dieses Mangels an hergebrachter Schulung, dafs er die Welt durchaus

mit eigenen Augen und nicht durch die Brille seiner Vorgänger ansah. So kam es, dafs er, geleitet nur durch die Beobachtungen und ihre denkende Verknüpfung, aus sich heraus Anschauungen vom Wesen der Erscheinungen entwickelte, die mit den bisher geltenden Anschauungen schlechterdings nichts gemein hatten und daher auch von der Mitwelt überhaupt kaum verstanden wurden. Und doch war es gerade diese seine Ideenwelt, welche ihn von Entdeckung zu Entdeckung führte. Faradays Auftreten bietet das merkwürdigste Beispiel dafür, wie das Genie, unbeeinflufst durch ererbte Schulvorurtheile, allein durch die unbefangene Betrachtung der Erscheinungen selber befähigt wird, aufs tiefste in den Kern und das Wesen der Dinge einzudringen.

Die Vorstellung einer unvermittelten Fernewirkung scheint in Faradays Geist überhaupt keine Stelle gefunden zu haben. Ich will versuchen, seine Denkweise mit wenigen Strichen zu skizziren. Wenn ein elektrisch geladener Leiter einem anderen mit der Erde verbundenen Leiter gegenübersteht, getrennt durch ein isolirendes Medium, — man stelle sich z. B. die geladene Innenbelegung einer Leydener Flasche vor, deren Aufsenbelegung man anfafst und dadurch zur Erde ableitet —, so sah die übliche Theorie das Flaschenglas nur als Isolator an, d. h. als Körper, durch den die elektrische Fernewirkung, ohne Antheilnahme von seiner Seite, hindurchging. Aber Faraday zeigte, dafs die Substanz dieses Isolators oder Diëlektrikums von ganz wesentlichem Einflufs ist, indem zwei Leydener Flaschen, die in allen übrigen Beziehungen übereinstimmen, sich aber durch den Stoff des Isolators unterscheiden, durchaus verschiedene Elektrizitätsmengen in sich aufnehmen, wenn man sie, etwa von derselben Elektrizitätsquelle, bis zu derselben Spannung ladet. Nach Faraday pflanzt sich die elektrische Wirkung durch das Zwischenmedium von Theilchen zu Theilchen fort, indem jedes derselben in einen eigenthümlichen Polarisationszustand (mit positivem und negativem Ende) versetzt wird. Auf diese Art kommt durch Uebertragung die scheinbare Fernewirkung auf den gegenüberstehenden Leiter, nämlich die entgegengesetzte Elektrisirung desselben, zu stande.

Unter den Zeitgenossen jener Faradayschen Untersuchungen wüfste ich nur unseren Landsmann Werner Siemens zu nennen, der dieser neuen Auffassung völlig beipflichtete, sie durch eigene Untersuchungen stützte und zu weiterer Forschung benutzte (Poggendorffs Annalen 102, 1857: Ueber die elektrostatische Induktion).

Auch die Ausbreitung der von einem Magneten ausgehenden

Wirkung geschieht nach **Faraday** in analoger Weise. „Ich neige", sagt er („Ueber magnetische Kraftlinien, ihren bestimmten Charakter und ihre Vertheilung in einem Magneten und durch den Raum, 1851"), mehr zu der Ansicht, dafs bei der Uebertragung der magnetischen Kraft ein leitendes Medium aufserhalb des Magneten mitwirkt, als dafs die Wirkungen nur eine Anziehung und Abstofsung in die Entfernung seien." Und nun die beinahe prophetischen Worte: „Eine solche Veränderung könnte eine Wirkung des **Aethers** sein, denn es ist durchaus nicht unwahrscheinlich, dafs, wenn es überhaupt einen Aether giebt, dieser noch eine andere Verwendung habe als die blofse Fortführung des Lichtes."

Für die magnetische Wirkung gelang es **Faraday** sogar, die Linien, längs deren die Kraft sich verbreitet, dem Auge unmittelbar sichtbar zu machen. Das geschieht durch den einfachen aber fundamentalen Versuch, in welchem etwas Eisenfeile auf einen Bogen Karton dicht über den Polen eines Hufeisenmagneten geschüttet wird, woselbst sich nun die Eisentheilchen in eigenthümlichen, von Pol zu Pol hinziehenden, geschwungenen Linien anordnen. Diese **Kraftlinien**, wie er sie hier körperlich vor sich sah, erschaute **Faraday** im Geiste bei jeder magnetischen und elektrischen Erscheinung: wie sie die wirkenden Körper mit entfernten Körpern verbinden, auf diese die Wirkungen jener übertragend. Jede einzelne Kraftlinie befindet sich in einem Zustande der Spannung, und gleichzeitig übt sie Drucke auf die Nachbar-Kraftlinien aus.

Wenn wirklich die elektrischen und magnetischen Erscheinungen nicht durch unmittelbar in die Ferne wirkende Kräfte zu stande kommen, sondern dadurch, dafs die Wirkungen im umgebenden Medium von Theilchen zu Theilchen übertragen werden, so mufs eine solche Fortpflanzung offenbar eine gewisse Zeit in Anspruch nehmen. Folglich mufste es möglich sein, die Geschwindigkeiten zu messen, mit denen magnetische und elektrische Wirkungen sich verbreiten. In der That war **Faradays** letztes Problem, welches zu lösen er aber durch Alterschwäche und schliefslich durch den Tod verhindert wurde, die Entscheidung der Frage, ob die magnetische Kraft Zeit bedürfe zu ihrer Verbreitung. In welcher Weise **Faraday** die für diese Untersuchung bereits konstruirten Apparate, bestehend in verschiedenen Rädern und Spiegeln, (**Tyndall**: **Faraday** und seine Entdeckungen S. 156), zu verwenden gedachte, wird wohl immer unaufgeklärt bleiben.

Einer wunderbaren **Faraday**schen Entdeckung mufs ich, mit Rücksicht auf das Folgende, hier noch gedenken. Vermöge seiner

grofsartigen und höchst allgemeinen Auffassung des Naturganzen war Faraday durchdrungen von der Ueberzeugung, dafs ein inniger Zusammenhang zwischen allen, noch so verschieden sich äufsernden Naturkräften bestehen müsse; und so suchte er lange und unermüdlich auch nach Wechselwirkungen zwischen magnetischen Kräften und den Erscheinungen des Lichts. Endlich machte er die wunderbarste Entdeckung seines Lebens: die Drehung der Polarisationsebene eines Lichtstrahls durch Magnetismus. Das Licht ist, wie erwähnt, eine Wellenbewegung des Lichtäthers, bei welcher die Aethertheilchen senkrecht zum Strahl schwingen. Im polarisirten Lichtstrahl nun vollziehen sich die Schwingungen aller Aethertheilchen in einer und derselben (durch den Strahl gelegten) Ebene. Ein getreues und anschauliches Bild vom Zustande des polarisirten Strahls bieten die an einem langen Seil hinlaufenden Wellen, welche entstehen, wenn man das Seil an einem Ende rhythmisch auf und ab bewegt. Bewirkt man nun, dafs ein solcher Strahl irgend eine Flüssigkeit oder ein Glas durchdringt, welche man zwischen die Pole eines starken Magneten gesetzt oder auch in das durch starke elektrische Ströme erzeugte magnetische Feld gebracht hat, und zwar so, dafs der Strahl längs einer Kraftlinie verläuft, so erleidet die Schwingungsebene der Aethertheilchen eine Drehung. Hier liegt also die Beeinflussung von Lichtschwingungen durch magnetische Kräfte vor! Dieser wunderbare Zusammenhang zwischen zwei scheinbar so grundverschiedenen Erscheinungen hat vielfach denkende Köpfe beschäftigt. Er wies ja nachdrücklich darauf hin, dafs die Lichtschwingungen etwas den magnetischen und elektrischen Vorgängen durchaus Verwandtes sein müssen. — Hierzu gesellte sich aber noch ein anderer Umstand, der freilich an dieser Stelle lediglich erwähnt, nicht eingehender verfolgt werden kann. Ich meine die erstaunliche Thatsache, dafs man durch Messung einer und derselben abfliefsenden Elektrizitätsmenge: einmal nach elektrostatischem Mafs, sodann nach elektromagnetischem Mafs, auf zwei Zahlen geführt wurde, deren Quotient sich genau gleich der Lichtgeschwindigkeit herausstellte.

Es ist jetzt etwa ein Viertel-Jahrhundert her, dafs der englische Physiker James Clerk Maxwell, durchtränkt von Faradayschen Ideen und begabt mit der Fähigkeit, das mathematische Rüstzeug spielend zu handhaben, den letzterwähnten beiden wunderbaren Problemen seinen ganzen, tief eindringenden Scharfsinn zuwandte. Das Ergebnifs war die Schaffung der elektromagnetischen Lichttheorie. Dieser Theorie zufolge ist der Ausschlag des Aethertheilchens, wenn der Strahl

über dasselbe hinzieht, nichts Anderes als eine elektrische Verschiebung, also Elektrizität in Bewegung, vergleichbar dem Vorgange im elektrischen Strom. Es würde zu weit führen, wenn ich hier auseinandersetzen wollte, wie Maxwell aus dieser Vorstellung einen bisher ungeahnten Zusammenhang zwischen einer gewissen optischen und einer elektrischen Constanten der Körper ableitete, einen Zusammenhang, der nachträglich durch Beobachtungen im wesentlichen seine Bestätigung gefunden hat.

Wenn die elektromagnetische Lichttheorie in der Natur begründet ist, so bietet demnach jeder Lichtstrahl einen unmittelbaren Beleg für die von Theilchen zu Theilchen übertragene Fortpflanzung einer elektrischen Störung oder elektrischen Schwingung, somit einen Beleg für die Richtigkeit der Faradayschen Grundanschauung. Ist dieses denn nun das einzige Beweismoment? Keineswegs!

Seit wenigen Jahren ist die Theorie der Uebertragung elektrischer Wirkungen von Theilchen zu Theilchen des Zwischenmediums durch den genialen Scharfsinn unseres erfindungsreichen und unermüdlichen Landsmanns, Professor Heinrich Hertz in Bonn, mit so ausgiebigem Rüstzeug versehen worden, dafs wir sie heutzutage bereits als eine bewiesene Wahrheit ansehen müssen. Diese epochemachenden Hertzschen Versuche, welche die Faradaysche Anschauung über jeden Zweifel erheben, mögen wenigstens in ihren Hauptzügen hier kurz angedeutet werden. Es wird zum leichteren Verständnifs derselben beitragen, wenn ich vorausschicke, dafs es Hertz gelungen ist, analog den kleinen elektrischen Verschiebungen im Lichtstrahl, die sich uns zwar durchs Auge, aber nicht durch die üblichen elektrischen Untersuchungsmittel verrathen, nun auch im grofsen elektrische Schwingungen im gewöhnlichen Sinne des Worts zu erzeugen und ihre durchaus nach Art der Lichtstrahlen erfolgende Fortpflanzung zweifellos zu erweisen.

Die Erscheinung elektrischer Schwingungen war übrigens keineswegs eine neue. Schon vor mehr als 30 Jahren hatte Feddersen den experimentellen Beweis geführt, dafs die Entladung einer Leydener Flasche durch einen hinreichend kurzen Schliefsungsbogen nicht vermittelst einer einfachen Ausgleichsströmung, sondern oscillirend erfolgt, d. h. dafs die Elektrizität zwischen beiden Belegungen der Flasche hin und herfluthet, also wahre Schwingungen ausführt. Dafs der Vorgang in dieser Weise, welche Feddersen aus dem photographischen Bilde des in einem schnell sich drehenden Spiegel gespiegelten Entladungsfunkens ablas, erfolgen müsse, hatte übrigens v. Helmholtz schon früher vermöge allgemeiner Ueberlegungen aus dem

Prinzip der Erhaltung des Arbeitsvermögens oder der Energie vorhergesagt. Die von Kirchhoff und William Thomson entwickelte Theorie dieser elektrischen Schwingungen ist nun nicht nur auf den Fall der Flaschenentladung, sondern überhaupt immer dann anwendbar, wenn geladene Leiter ohne grofsen Widerstand sich entladen.

Nun war es eine äufserst glückliche Kombination, dafs Hertz den Entladungsfunken des bekannten Ruhmkorffschen Induktionsapparats unter diesem Gesichtspunkt auffafste. Wenn die beiden Pole des Induktionsapparats mit gleich grofsen Kugeln oder Platten verbunden werden, deren eine diesseits, die andere jenseits der Funkenstrecke auf den Draht aufgesteckt ist, so besteht jeder beim Spiel des Apparats überspringende Funke nicht aus einer einfachen Entladung einer Kugel gegen die andere, sondern er ist aus einer Reihe von elektrischen Schwingungen zusammengesetzt, die freilich — wie die Theorie lehrt — wesentlich schneller als die meisten Feddersenschen Flaschenfunken verlaufen. Denn während bei letzteren etwa 100000 bis höchstens 1 Million Oscillationen in der Sekunde erfolgen, vollziehen sich bei den Hertzschen Versuchen je nach den Umständen sekundlich 30 bis 450 Millionen Schwingungen.

Dafs der scheinbar einheitliche Funke in der That solche Schwingungen zwischen den beiden grofsen Kugeln vermittelt, bewies Hertz durch das Hilfsmittel der Resonanz. Es zeigte sich nämlich, wenn man einen Drahtkreis mit kleiner Unterbrechungsstelle, — den sogenannten sekundären Leiter — der ersteren Funkenstrecke, die dem primären Leiter angehört, nahe bringt, dafs auch in diesem sekundären Leiter die Elektrizität in Bewegung geräth, indem Fünkchen an der Unterbrechungsstelle auftreten, dafs es dabei aber eine günstigste Gröfse des sekundären Drahtkreises giebt, wenn die Fünkchen am kräftigsten ausfallen sollen, und dafs diese Gröfse sich ändert, sobald die Kugeln oder Platten des primären Leiters verändert werden. Diese Möglichkeit, den einen Leiter dem anderen anzupassen, ihn auf den anderen gleichsam abzustimmen, läfst den übrigens so räthselhaften elektrischen Vorgang im primären Leiter unzweideutig als einen Schwingungsvorgang erkennen.

Nachdem diese Thatsache ermittelt war, schritt Hertz zu weiteren Versuchen fort. Der einen grofsen Platte des primären Leiters wurde eine gleiche nahe gegenübergestellt, und von letzterer ein 60 m langer Draht bis schliefslich zur Erde geleitet. An diesem Draht entlang geführt zeigte der sekundäre, abgestimmte Leiter überall gleich lebhaft seine Fünkchen, zum Beweise, dafs der Draht elektrische Wellen von

jener Schwingungsdauer fortführte. — Als aber der lange Draht durch einen kürzeren und frei in der Luft endigenden ersetzt wurde, änderte sich die Erscheinung. Neben gewissen Punkten des Drahts gab der sekundäre Leiter die stärksten Funken, neben anderen Punkten, die mitten zwischen den vorigen lagen, gab er keine. Diese Erscheinung läfst nur folgende Deutung zu: Die ans Ende des Drahtes gelangenden Wellen werden daselbst zurückgeworfen, begegnen den direkt herankommenden und veranlassen dadurch stehende Schwingungen mit Knoten und Bäuchen, gerade wie man in entsprechender Art ein Seil in stehende Schwingungen versetzen kann, oder auch wie sich auf Flüssigkeitsoberflächen gelegentlich stehende Schwingungen bilden. Am genauesten sind solche übrigens in der Akustik untersucht, wo sie uns z. B. bei schwingenden Saiten, bei tönenden Orgelpfeifen und noch sonst entgegentreten.

Dafs elektrische Schwingungen durch Drahtleitungen fortgeführt werden, mag noch wenig überraschen. Aber nun ging Hertz einen Schritt weiter.

Der primären Schwingungsvorrichtung des Ruhmkorffschen Induktionsapparats wurde in vielen Metern Entfernung eine grofse Metallwand gegenübergestellt, und der sekundäre Leiter nach und nach an verschiedene Orte des zwischenliegenden Luftraums gebracht. Auch jetzt zeigten sich abwechselnde Stellen stärksten und schwächsten Funkenspiels im sekundären Leiter. Also war der Luftraum von elektrischen Wellen durchzogen, die, an jener Metallwand zurückgeworfen, sich mit den direkten Wellen zu stehenden Schwingungen zusammensetzten. Die Länge der letzteren variirte je nach den Umständen des Versuchs zwischen 5 m und $^1/_3$ m. Hiermit war der augenscheinliche Beweis geliefert, dafs die vom primären Apparat ausgehende elektrische Bewegung wirklich das umgebende Medium durchsetzt und in demselben rhythmisch wechselnde Zustände hervorruft.

Wenn elektrische Schwingungen, wie gezeigt, an einer ebenen Metallwand zurückgeworfen werden, so müssen sie auch, wie man konsequent weiter schliefst, an Hohlspiegeln reflektirt und in Brennpunkte konzentrirt werden können. Alles das hat Hertz als thatsächlich vorhanden nachgewiesen. Man ist berechtigt, von Strahlen elektrischer Kraft zu sprechen, wie man von Lichtstrahlen spricht. Dieselben unterliegen der Reflexion und auch der Brechung, genau wie die Lichtstrahlen. Auf jenem Wege erzeugt, den Hertz einschlug, verhalten sie sich sogar vollkommen wie geradlinig polarisirte Lichtstrahlen: ihre Schwingungen vollziehen sich in einer bestimmten

durch den Strahl gelegten Ebene. Und endlich ist es besonders bemerkenswerth, dafs sie sich auch mit derselben Geschwindigkeit fortpflanzen wie die Lichtstrahlen. Diese Geschwindigkeit ergiebt sich ja leicht, wenn man die sekundliche Schwingungszahl kennt und aufserdem die Länge der stehenden Schwingungen gemessen hat. Hieraus mufs man schliefsen, dafs das Medium, welches in Schwingungen geräth, d. h. also das die Uebertragung vermittelnde Medium, dasselbe ist wie jenes, welches die Lichtstrahlen überträgt, nämlich der Lichtäther.

Die Lichtstrahlen sind also thatsächlich auch solche Strahlen elektrischer Kraft, nur dafs ihre sekundliche Schwingungszahl millionenmal so klein ist als bei den Hertzschen Schwingungen, und dafs wir zur Auffassung derartiger Schwingungen mit einem eigenen Organ ausgestattet sind, welches der spezifischen Empfindung fähig ist, die wir „Licht" nennen.

Bedenkt man, dafs die elektrischen Schwingungen nichts anderes sind, als schnell veränderliche elektrische Ströme, und dafs jeder elektrische Strom auch magnetische Wirkungen ausübt, so erkennt man, dafs die Hertzsche Bestimmung der Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektrischen Schwingungen zugleich die Bestimmung jener Geschwindigkeit einschliefst, mit welcher sich die begleitenden magnetischen Wirkungen fortpflanzen. Daher ist durch die Hertzschen Untersuchungen auch das letzte Problem Faradays: Die Ermittelung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit magnetischer Wirkungen, im wesentlichen als gelöst zu betrachten.

Die Hertzschen Versuche liefern den Beweis für die successive Uebertragung elektrischer Wirkungen durch ein Medium unmittelbar nur für den speciellen Fall der schnell wechselnden Ströme, aus welchen die elektrischen Schwingungen bestehen. Man wird aber ohne weiteres schliefsen dürfen, dafs auch die Wirkungen des konstanten Stroms keine unvermittelten Fernewirkungen sind, sondern durch dasselbe Medium: den Lichtäther übertragen werden. Bestimmte Vorstellungen hierüber sind freilich zur Zeit noch nicht entwickelt; doch wird man annehmen müssen, dafs, sobald der Strom entsteht, irgend welche Einwirkung von ihm auf das umgebende Mittel ausgeübt wird und sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitet. So lange nun der Strom besteht, befindet sich das umgebende Mittel in dem geänderten Zustande: Es ist mit Kraftlinien durchzogen; ein in der Nähe befindlicher Magnet bleibt ja dauernd abgelenkt. Welches ist aber dieser Zustand des Mediums? Herrschen Wirbelbewegungen in ihm? Oder ist es ein irgendwie anders

gearteter Spannungszustand der Kraftlinien, wie ihn Faraday erschaute? Wir wissen es nicht! Nur soviel vermögen wir auszusagen, dafs genau derselbe Zustand im umgebenden Medium auch durch einen Magneten hervorgerufen wird; denn bekanntlich wirkt der konstante elektrische Strom nach aufsen hin in allen Beziehungen genau so wie ein gewisser, durch die Strombahn begrenzter, blattartig gestalteter Magnet.

Noch weniger direkte Anwendung gestatten die Hertzschen Versuche auf die Erscheinungen der Elektrostatik. Aber auch hier werden wir nach Analogie schliefsen, dafs der elektrisch geladene Körper nicht den Raum überspringende Kräfte aussendet, sondern dafs er, wie Faraday es sich dachte, durch Polarisirung des umgebenden Mediums wirkt, welches so lange in diesem Zustande verharrt, als der Körper elektrisch geladen bleibt.

Bei dieser Gelegenheit sei an die wunderbaren Versuche von Bjerknes erinnert, welcher scheinbare Fernewirkungen dadurch zu erzeugen gelehrt hat, dafs er unter Wasser zwei gleichgestaltete Körper gleichmäfsig in Pulsationen oder Oscillationen versetzte. Die hierdurch im Wasser erzeugten Schwingungen rufen dann Anziehungs- oder Abstofsungserscheinungen der beiden pulsirenden Körper hervor; und diese scheinbaren Fernewirkungen befolgen sogar, wie die Rechnung lehrt, das Gesetz des umgekehrten Quadrats der Entfernung! Soviel beweisen diese Versuche jedenfalls, dafs thatsächlich der Schein von direkten, unvermittelten Fernewirkungen durch ein übertragendes Medium hervorgerufen werden kann.

Aus dem grofsen und räthselhaften Gebiet der Elektrizität und des Magnetismus ist, wie ich mich im Vorhergehenden zu zeigen bemüht habe, das Gespenst der unvermittelten Wirkung in die Ferne endgiltig verbannt. Der Lichtäther, dessen Wellenschlag unser Auge als Licht ergreift, unser Gefühl als Wärme beeinflufst, derselbe Lichtäther ist, wie schon Faraday ahnte, auch der Träger aller elektrischen und magnetischen Wirkungen, die er, sei es durch Schwingungen, sei es durch Wirbelbewegungen oder durch eigenthümliche Spannungszustände von Körper zu Körper überträgt. — Ist er es vielleicht auch, der die allgemeine Gravitation bedingt? Darauf vermögen wir vorläufig keine Antwort zu geben! Vielmehr erscheint uns nach wie vor die Gravitation als reine Fernwirkung. Bisher sind alle Versuche gescheitert, den Schleier ihres eigentlichen Wesens zu lüften.

Wenn es nun aber vielleicht auch auf diesem Gebiete schliefslich gelingen sollte, die Fernwirkung auf eine Uebertragung durch ein Zwischenmedium zurückzuführen, so darf man trotzdem nicht wähnen,

dadurch alle Schwierigkeiten beseitigt zu haben. Denn auch der Vorgang einer solchen Uebertragung ist keineswegs einfach und ohne weiteres verständlich; im Gegentheil: auch hier erheben sich begriffliche Schwierigkeiten ernstester Art. Schon wenn wir die Zusammendrückung eines Körpers und seine Wiederausdehnung beim elastischen Stofs uns völlig klar zu machen suchen, merken wir bald, dafs wir zwischen zwei gleich schwer vorstellbaren Annahmen wählen müssen. Entweder ist die Materie in sich selbst hineindrückbar und wieder aus sich entwickelbar, oder sie besteht aus getrennt von einander schwebenden Atomen, die dann doch wieder als mit Fernkräften aufeinander wirkend zu denken sind!

Gegenüber solchen Denkschwierigkeiten müssen wir uns bescheiden und wenigstens vorläufig auf vollständige Aufklärung derselben verzichten. Vielleicht sind unsere Nachkommen darin glücklicher! Aber auch dies ist kein unerwünschtes Nebenprodukt der innigen Beschäftigung mit der Naturwissenschaft: Auf Schritt und Tritt lehrt sie Bescheidenheit, denn sie führt dem Forscher wieder und immer wieder seine Kleinheit und Beschränktheit gegenüber der Unermefslichkeit des Weltalls mit seinen Wundern nachdrücklichst vor Augen.

So gering nun auch der Beitrag sein mag, den der einzelne Arbeiter zum Bau der reinen oder der angewandten Wissenschaft liefern kann, trotzdem wollen wir unermüdlich an der Förderung der Wissenschaft arbeiten, um das frohe Bewufstsein zu geniefsen, dafs auch wir an unserm Theil nach Kräften mitgewirkt haben an der grofsen Kulturaufgabe der Menschheit.





Christian Heinrich Friedrich Peters †.

Der am 19. Juli 1890 in Clinton bei New-York plötzlich verstorbene C. H. F. Peters gehörte zu den Männern, die man sich schwer unter den Todten denken kann. Wo und wie man ihn sah, fand man ihn trotz seines schon vorgerückten Alters voller Lebensfreude und Arbeitskraft: Es war ein ewig junges Gemüth! Da er fast zu allen zweijährig wiederkehrenden Versammlungen der astronomischen Gesellschaft — obgleich schon seit 1854 in Amerika ansässig — nach Europa zurückzukehren pflegte, kannten ihn beinahe alle Astronomen unseres Kontinentes persönlich und liebten den überaus freundlichen Mann mit den scharfen, klugen, gutmüthigen Augen sofort, so wie auch er nicht leicht einen Freund vergafs. Als ihn Referent zuletzt auf der Astronomen-Versammlung zu Strafsburg im Jahre 1881 sah, war der damals 68jährige Mann — er wurde am 19. Sept. 1813 in Coldenbüttel in Schleswig als Sohn eines Pfarrers geboren — noch so rüstig, dafs er auf einer Vergnügungsfahrt ins Gebirge nach Zabern an liebenswürdiger Zuvorkommenheit beispielsweise den anwesenden Damen gegenüber selbst unter den jüngeren Leuten kaum seinesgleichen fand.

Seinem lebhaften Wesen entsprechend war seine Laufbahn eine recht bewegte. Seine Studien begann und vollendete er in Berlin, wo er 1836, also im Alter von 23 Jahren zum Doktor promovirte. Als es sich nun um eine Anstellung für ihn handelte, wandte er sich zwar zunächst an die Regierung seines damaligen Vaterlandes, Dänemark; es war aber dort keine der wenigen astronomischen Stellungen vakant. Da zog ihn denn das gewaltige Gestirn des Gaufsschen Geistes, das damals auf der höchsten Staffel seines Glanzes stand, nach Göttingen. Dort lernte ihn der berühmte Reisende und Geologe Sartorius von Waltershausen kennen, auf dessen Veranlassung er nach Sicilien zu einer genauen trigonometrischen Vermessung des Aetna-Gebietes gesandt wurde. Wie für so viele empfängliche Gemüther die auf einer

wissenschaftlichen Reise aufgenommenen Eindrücke bestimmend auf die spätere Laufbahn und Geistesthätigkeit überhaupt gewirkt haben, so zog auch diese erste gröfsere Reise viele andere zu ähnlichen Zwecken unternommene nach sich, wodurch sich das Leben Peters zu einem ungemein bewegten gestaltete. In Sicilien hielt er sich damals fünf Jahre lang, von 1838—43, auf. Dann wurde er Direktor der italienischen Landesvermessung in Neapel, von wo ihn indefs die politischen Wirren von 1848 vertrieben. Zwar landesverwiesen, flüchtete er dennoch über Malta nach Sicilien zurück, wo man ihn mit Freuden aufnahm, naturalisirte und zum Major machte, um ihm die



C. H. F. Peters.

Leitung der Festungswerke von Catania und Messina zu übergeben. Als jedoch ein Jahr darauf Palermo wieder in die Hände der Neapolitaner fiel, mufste er abermals flüchten und ging nun, nach kurzem Aufenthalte in Frankreich, nach Konstantinopel, wo er in türkische Staatsdienste trat. Aber auch hier war seines Bleibens nicht lange. Der Krim-Krieg machte irgend welche wissenschaftliche Unternehmungen der Türkei aus finanziellen Gründen ferner unmöglich. Er begab sich abermals auf Reisen. Mit Empfehlungen von Alexander von Humboldt versehen, verliefs er nunmehr Europa und erhielt eine entsprechende Stellung, zunächst in Cambridge in Nord-Amerika (1854), dann wurde er Beamter der Coast Survey in Washington und endlich 1858 Direktor des nach einem reichen Förderer benannten Litchfield-

Observatory in Clinton und Professor der Astronomie am Hamilton College, welche Stellung er bis zu seinem Tode innehatte, nicht ohne nach wie vor manche gröfsere Reisen unternommen zu haben.

Die astronomische Wissenschaft verdankt dem unermüdlich arbeitenden Manne viele Entdeckungen und Arbeiten dauernden Werthes. Peters gehörte insbesondere zu den eifrigsten Entdeckern kleiner Planeten. Er allein hat die Zahl dieses Schwarmes winziger Mitbürger unseres Sonnensystems um 48, also um nahezu den sechsten Theil ihrer Gesamtzahl in unserer Kenntnifs vermehrt. Nach Palisa in Wien hat Peters die meisten Planeten überhaupt entdeckt. Aber er betrachtete diese Entdeckungen keineswegs als ein Endziel, mit welchem man sich begnügen könne. Sie waren vielmehr nur Nebenprodukte, welche bei Gelegenheit der Herstellung ungemein sorgfältig aufgezeichneter Sternkarten von hohem wissenschaftlichen Werthe abfielen. Einen Theil dieser Karten hat Peters 1882 in 20 Blättern veröffentlicht. Manche werthvolle Untersuchungen über alte Sternverzeichnisse, Entdeckungen veränderlicher Sterne, immer im Zusammenhange stehend mit seiner Hauptarbeit der Sternkarten, welche seine Lebensaufgabe bildete, vervollständigen das Bild seiner rastlosen wissenschaftlichen Thätigkeit.

Mitten in derselben ereilte ihn der Tod. Er wurde auf dem Wege von der Sternwarte nach seiner Wohnung am Morgen des 19. Juli entseelt aufgefunden. Ein Herzschlag, wahrscheinlich nach allzu angestrengter nächtlicher Beobachtung, hatte dem Leben des siebenundsiebzigjährigen allgeliebten Mannes ein plötzliches Ende gesetzt. Wohl wenige Menschen hatten so viele wahre Freunde rings um den Erdball vertheilt, wie er, nur wenigen Menschen wird defshalb eine gleich herzliche Trauer über das Grab hin nachfolgen, wie ihm. M.



Einige Ergebnisse der Himmelsphotographie.

Die dem vorliegenden Hefte beigegebene Lichtdrucktafel soll unseren Lesern getreue Nachbildungen einiger Resultate der Himmelsphotographie vor Augen führen.

Das oberste Bild giebt eine erste photographische Darstellung eines Stückes Milchstrafse aus dem Sternbilde des Schützen[1]) wieder, welche im vorigen Jahre Herr Barnard auf der Lick-Sternwarte mit Hilfe einer Portraitlinse von 6" Oeffnung und 31" Brennweite

[1]) $\alpha = 17^h\ 56^m$, $\delta = -28°$.

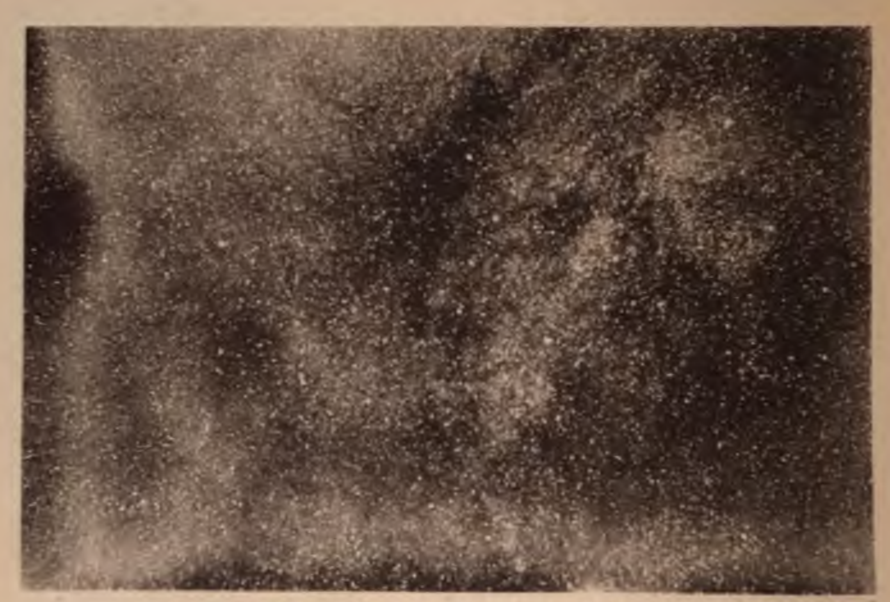
hergestellt hat. Der genannte Astronom hat es sich nämlich zur Aufgabe gesetzt, mit Hilfe der Photographie eine genaue Darstellung der Milchstrafse in ihrem Verlauf und ihrer wunderbaren, wolkenähnlichen Struktur zu gewinnen. Von der Anwendung starker Vergröfserung mufste zur Erreichung dieses Zweckes Abstand genommen werden, denn sonst würde das Gesichtsfeld zu beschränkt werden, die helleren Sterne würden sich einzeln abbilden, aber der eigentliche, unauflösliche Milchstrafsenhintergrund käme nicht zur photographischen Wirkung, wofern nicht die Exposition auf mehrere Nächte ausgedehnt würde. Die auf S. 669 im ersten Bande dieser Zeitschrift reproduzirte Sternaufnahme aus dem Schwan zum Beispiel läfst dementsprechend nichts weiter erkennen, als eine aufserordentlich sternreiche Himmelsgegend, während von dem charakteristischen, wolkenartigen Aussehen der Milchstrafse nichts zu bemerken ist; die Vergröfserung ist hier eben eine zu starke. Zur Darstellung der Milchstrafse in ihrer Eigenthümlichkeit sind darum, wie Barnard in einem neuerdings veröffentlichten Aufsatz[2]) auseinandersetzt, am besten Linsen von kurzer Brennweite bei grofser Oeffnung geeignet, wie eben ein solches Objektiv auch zur Erzeugung unseres Bildes gedient hat. Die Camera war verbunden mit einem $6^1/_2$-zölligen Aequatoreal, das während der auf etwas über drei Stunden ausgedehnten Belichtungszeit als Pointirfernrohr benutzt wurde, um den Gang des Uhrwerks zu korrigiren.

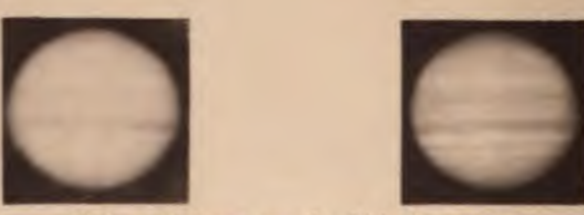
Wir dürfen auf Grund des solcherweise gelungenen Versuches, eine der interessantesten Stellen der Milchstrafse zu photographiren, erwarten, dafs in Zukunft Verlauf und Struktur dieses den Himmel umspannenden Lichtgürtels bedeutend genauer und sicherer bekannt werden wird, als dies nach den auf Beobachtungen mit blofsem Auge gegründeten Beschreibungen und Zeichnungen von J. Herschel, Heis, Böddicker und Klein bis jetzt der Fall ist.

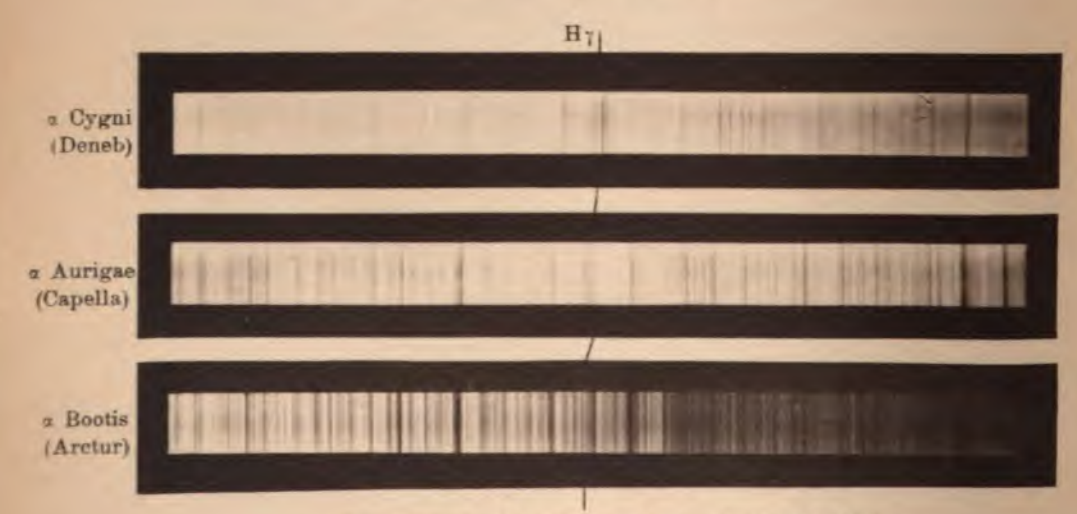
Die beiden Jupiteraufnahmen, welche auf unserem Lichtdruck den mittleren Platz einnehmen, sind ebenfalls auf der Lick-Sternwarte angefertigt worden, aber mit Hilfe des grofsen Refraktors, dessen photographische Linse eine Oeffnung von 33" besitzt. Die Photogramme wurden am 8. Sept. 1890 bei einer 8maligen direkten Vergröfserung des Brennpunktbildes aufgenommen, so dafs der Anblick, wenn man das Bild 8 Zoll vom Auge entfernt hält, einer etwa 500maligen Vergröfserung des scheinbaren Durchmessers entspricht. Die Belichtungsdauer beläuft sich auf 15 resp. 20 Sekunden. Wenngleich die Photogramme[3])

[2]) Publ. of the Astr. Soc. of the Pacific, No. 10.

[3]) Leider sind die Reproduktionen dieser Bilder, und besonders des links


Ein Stück Milchstrasse aus dem Sternbild des Schützen.


Jupiteraufnahmen von der Lick-Sternwarte.



Sternspectralaufnahmen von der Sternwarte Potsdam.

noch immer nicht mit guten Zeichnungen der Jupiteroberfläche, wie wir solche kürzlich brachten, rivalisiren können, so gehören sie doch zu den besten auf diesem Gebiete bis jetzt erzielten Resultaten, wie aus einem Vergleich mit früheren photographischen Planetenaufnahmen hervorgeht. Bezüglich der Ursachen, welche die Verwaschenheit derartiger Planetenaufnahmen bedingen, sei auf die Ausführungen Dr. Scheiners auf S. 619 des ersten Bandes dieser Zeitschrift verwiesen. —

Von epochemachender Bedeutung ist dagegen in neuester Zeit die Anwendung der Photographie auf dem Gebiete der Spektralanalyse geworden und es freut uns darum ganz besonders, dafs wir heut in der Lage sind, unseren Lesern auch einmal einige mit dem Vogelschen Spektrographen in Potsdam durch Herrn Dr. Scheiner aufgenommene Fixsternspektra, auf die bereits wiederholt in dieser Zeitschrift[4]) Bezug genommen wurde, vor Augen stellen zu können. Wir haben indessen hier nicht direkte Copien der im Sternspektrographen erzeugten Aufnahmen vor uns, denn diese eignen sich wegen ihrer aufserordentlich geringen Breite und Feinheit, welche bei der Betrachtung die Anwendung eines Mikroskops nöthig macht, nicht zur unmittelbaren Reproduktion. Unsere Bilder sind auch keine einfachen Vergröfserungen dieser Originale, sondern die Vergröfserung ist mit einem sinnreichen, eigens zu diesem Zwecke von Dr. Scheiner erfundenen Apparate hergestellt worden, dessen genauere Beschreibung sich in dem soeben erschienenen Werke Scheiners über „die Spektralanalyse der Gestirne“ [5]) findet. Dieser Apparat gestattet es, durch eine Bewegung der Kassette senkrecht zur Längsrichtung des Spektrums das letztere beliebig zu verbreitern und gleichzeitig das Sichtbarwerden des Silberkorns der Originalaufnahme in der Vergröfserung zu verhindern, indem jedes Körnchen zu einer kleinen Linie ausgedehnt wird, die mit benachbarten zu einem einheitlichen Schwärzungstone verschmilzt.

Das oberste der auf unserer Tafel reproduzirten Spektra ist dasjenige Denebs (α Cygni), das charakteristisch ist für den Typus Ib, der nach Scheiners neuester Formulirung Spektra umfafst, „in denen die Wasserstofflinien und die wenigen Metalllinien alle von nahe gleicher Breite und scharfer Begrenzung erscheinen“. Die Linien

---

stehenden, nur sehr unvollkommen ausgefallen. Es mufs ausdrücklich hervorgehoben werden, dafs die Originalnegative viel mehr Einzelheiten erkennen lassen.

[4]) Himmel und Erde I, 202f.; II, 133f.

[5]) Eine ausführliche Besprechung dieser neuesten, hochwichtigen Erscheinung auf spektralanalytischem Gebiete werden wir in einer unserer nächsten Nummern bringen.

dieses Sterns gehören dem Eisen, Magnesium und Wasserstoff an, doch sind die Intensitätsverhältnisse dieser Linien ganz abweichend von denjenigen der entsprechenden Linien des Sonnenspektrums und es besitzt infolge dessen dieses Spektrum trotz seines Linienreichthums durchaus keine Aehnlichkeit mit dem Sonnenspektrum, so dafs wir auf ganz abnorme Temperaturverhältnisse bei den Sternen dieser Klasse schliefsen müssen. Im vorliegenden Bilde können wir übrigens auch deutlich die freilich sehr geringe Verschiebung der dunklen Wasserstofflinie H_γ im Sternspektrum gegen die mitphotographirte, künstliche, helle Wasserstofflinie, welche links daneben liegt, wahrnehmen. Nach dem Dopplerschen Prinzip bedeutet diese Verschiebung eine Annäherung des Sternes gegen die Erde und die von Herrn Prof. Vogel in Potsdam ausgeführte Messung der Gröfse der Verschiebung hat unter Berücksichtigung der am Tage der Aufnahme stattgehabten Erdbewegung gelehrt, dafs sich Deneb dem Sonnensystem in jeder Sekunde um 6 Kilometer nähert[6]).

Das Spektrum von α Aurigae ist darum von besonderem Interesse, weil es ein genaues Ebenbild unseres Sonnenspektrums darstellt. Bis auf die kleinsten Einzelheiten, selbst in der relativen Intensität der dunklen Linien, gleichen sich beide Spektra, die den Typus der gelben Sterne (II a) repräsentiren, in auffallendem Mafse. Es liegt in dieser Uebereinstimmung, wie Scheiner im oben genannten Werke hervorhebt, ein klarer Beweis nicht nur für die Gleichförmigkeit in der allgemeinen chemischen Zusammensetzung der Sterne, sondern auch für die merkwürdige Thatsache, dafs sich bei Sternen, die im gleichen Entwicklungsstadium stehen, diese Gleichförmigkeit auch auf die Dichtigkeits- und Temperatur-Verhältnisse und gleichsam auf die prozentische Zusammensetzung der verschiedenen Elemente erstreckt. Das Photogramm des Capellaspektrums ist abgesehen davon auch ein glänzendes Beispiel für die Leistungsfähigkeit der spektrographischen Methode, sofern Dr. Scheiner daraus die genaue Position von nicht weniger als 290 dunklen Linien bestimmen konnte.

Etwas abweichend von diesem Spektrum zeigt sich das zu unterst abgebildete des Arctur (α Bootis), der dem dritten Typus bereits um weniges näher steht, was sich auch schon dem blofsen Auge durch seine röthlichere Farbe zu erkennen giebt. Die dunklen Linien, der Lage nach genau mit denen im Capellaspektrum übereinstimmend, treten hier noch kräftiger hervor, als bei Capella und am violetten

[6]) Näheres über diese Ermittelung der Bewegungen der Gestirne enthält der Aufsatz von Prof. Holden im gegenwärtigen Hefte.

(rechts liegenden) Ende dieses Spektrums bemerken wir eine auffallende Dunkelheit, welche von einer allgemeinen Absorption dieser brechbareren Theile des Spektrums herrührt. Alle drei Spektra erstrecken sich etwa von der Wellenlänge 420 $\mu\mu$ (=0,000 420 mm) bis 450 $\mu\mu$.

Dr. F. Koerber.



Die Entstehung der Ringgebirge des Mondes. Wie wohl allen unseren Lesern bekannt ist, besitzen die in ausserordentlich grofser Zahl die Mondoberfläche bedeckenden Krater und Ringgebirge charakteristische Eigenthümlichkeiten, welche diese Gebilde zu wesentlich verschiedenen Erscheinungen machen im Vergleich zu den Gebirgsbildungen, welche sich auf unserer Erde vorfinden. Die mitunter kolossalen Dimensionen der meist nahezu kreisförmigen Mondringgebirge, die Beschaffenheit der Umwallungen, die zentral gelegenen Kegelberge, die bedeutenden Tiefen des Innern der Ringgebirge, die meilenweit dahinziehenden Rillen, die verschiedenartige Reflexionsfähigkeit einzelner Ebenen (Mare) u. s. w. machen die Mondoberfläche zu einem ebenso interessanten, als schwierigen Objekte der wissenschaftlichen Spekulation. Zur Erklärung der Entstehung der eigenthümlichen Formationen der Gebirgswelt des Mondes hat man schon alle möglichen Gründe angeführt: Gasdruck, der die in Erstarrung begriffene Mondoberfläche zerrissen haben soll, Meteoriten, die auf den Mond niederfielen und gewaltige Vertiefungen hervorbrachten, völlige Vereisung der Mondoberfläche (nach Faye) u. s. f. Mehrere Male hat man sich aber auch bemüht, durch Versuche mit schmelzenden Substanzen darzuthun, dafs unter Umständen beim Erstarren dieser Substanzen auf künstliche Weise Bildungen erhalten werden können, die mit den charakteristischen Formen des Mondes einige Aehnlichkeit zeigen. Einige sehr bemerkenswerthe Experimente in dieser Richtung hat vor einiger Zeit Ebert am physikalischen Institute der Universität Erlangen unternommen[1]), indem er als erstarrende Substanz die Woodsche Metalllegirung (Zinn, Blei, Cadmium und Wismuth, Schmelzpunkt 68°) gebrauchte und untersuchte, was für Bildungen entstanden, wenn geschmolzene Theile der Legirung über bereits erstarrte in regelmäfsigen Zeitintervallen möglichst gleichförmig emporgedrängt werden und nach eingetretener Ueberfluthung des Erstarrten

[1]) Ein Vorlesungsversuch aus dem Gebiete der physikalischen Geographie. (Wiedemanns Annalen der Physik und Chemie. 1890, Nr. 10.)

wieder zurückfliefsen. Der zu diesem Zwecke zusammengestellte Apparat besteht aus einem zur Aufnahme des flüssigen Metalls dienenden Teller, der mit einer Röhre versehen ist, durch den das flüssig bleibende abfliefsen kann und in ein mit der Röhre verbundenes und diese umgebendes Gefäfs gelangt, in welchem es sich bis zu einer gewissen Höhe ansammelt. Von diesem letzteren Gefäfse geht ein Rohr aus, das erst horizontal läuft, dann aber nach aufwärts gebogen ist; in diesem Rohre erreicht das flüssige Metall ebenfalls eine gewisse Standhöhe. In dem Rohre nun bewegt sich der Stempel einer Luftpumpe, mittelst welcher man die Luft in dem Rohr komprimiren oder verdünnen, also das Metall ganz regelmäfsig wieder auf den Teller hinauftreiben oder von dort wieder zurücksinken lassen kann; Gefäfs



und Rohr sind von heifsem, fortwährend zuströmenden Dampf umspült welcher das Metall in allen Theilen flüssig und den Tellerboden warm erhält. Diese Anordnung bietet Sicherheit gegen die Mitwirkung von Luft- und Wasserdampfblasen, welche bei den früheren Versuchen Eberts noch in Rechnung zu ziehen waren. Indem nun das Metall vorsichtig aufgegossen und nach einiger Zeit die Pumpe in Bewegung gesetzt wird, vollziehen sich auf dem Teller merkwürdige Metallbildungen, die auffällige Aehnlichkeiten mit den Formationen der Ringgebirge des Mondes zeigen. Zunächst ist die äufsere Umgrenzung des erstarrten Metalls am Schlufs des Versuchs in allen Fällen kreisförmig, das Innere des Gebildes liegt tiefer als das Niveau der Umgebung (eine für die Mondoberfläche charakteristische Erscheinung). Der Wall zeigt sich, wie bei den Mondringgebirgen, vielfach mit kleinen Kuppen besetzt und ist auch, wie jene, von Durchlässen unterbrochen. Die äufsere Böschung der Umwallung ist immer flach, die

innere sehr steil, der Experimentator schätzt die äufsere Neigung auf 5°, die innere auf 34°. (Jul. Schmidt giebt aus Beobachtungen der Mondringgebirge deren äufsere Böschung zu 3—8°, deren innere zu 25—50° an.) Man bemerkt auch die Entstehung von Reihen sehr kleiner Erhebungen, welche radial vom künstlichen Ringgebirge aus verlaufen, Bildungen, wie sie auf dem Monde bei den Gebirgen Aristarch, Eudoxus u. a. vorkommen. Nach Unterbrechung des Bildungsprozesses und späterer Weiterfortsetzung gelangt man zur Entstehung eines zweiten Walles im Innern des Ringgebirges, schliefslich zu terrassenartigen Abdachungen und zur Bildung des Zentralkegels u. s. w. Unsere umseitige Abbildung giebt links das Aussehen eines auf solche Weise künstlich erzeugten Ringgebirges, rechts aber das des wirklichen Mondkraters Herschel wieder. Die bei den Experimenten beobachteten Erstarrungserscheinungen gaben Ebert den Anlafs zu dem Gedanken, ob nicht vielleicht bei der Entstehung der festen Oberfläche des Mondes das flüssige Magma in ähnlicher Weise wie bei den Versuchen, nämlich durch Emporsteigen und Ueberfluthen, gewirkt haben könne und so die Erhebung der Ringgebirge zu stande brachte. Hierzu würden nur zwei plausible Grundbedingungen nothwendig gewesen sein: 1. dafs die glühende Mondmasse allmählich, und zwar von der Oberfläche aus, in dem kalten Weltraum erstarrt ist, und 2. dafs der Mond, bevor er seine heutige Bewegung um die Erde erhalten hat, eine selbständige Rotationsbewegung um eine Axe hatte, die senkrecht zur Verbindungslinie des Erdmittelpunktes und Mondschwerpunktes gerichtet war. Bei dem Rotiren des Mondes um diese Axe würden durch die Anziehung der Erde regelmäfsige Ebbe- und Flutherscheinungen in dem flüssigen Magma des Mondes hervorgerufen worden sein; durch Hebungen und Senkungen, also durch Ueberfluthungen der erstarrenden Gebilde, müssen sich nach und nach die hauptsächlichsten Gebirge des Mondes in der Form aufgebaut haben, in welcher wir sie gegenwärtig in unseren Fernröhren wahrnehmen.

Wir geben diese neue Ansicht von der Entstehung der Mondringgebirge (die der Verfasser auch für gewisse Formationen der Erde in Anspruch nimmt) mit mancher Reserve wieder. Wenn auch mit der neuen Hypothese die mannigfachen Schwierigkeiten nicht weggeräumt sein werden, welche einer einwurfsfreien Erklärung der Sache entgegenstehen, so ist nicht zu leugnen, dafs in den durch die Experimente vorgeführten Erstarrungserscheinungen ein nützlicher Wink liegt, der zu beachten sein wird. *

Einige Bemerkungen über die Fundorte des isländischen Doppelspates.[1])

Von **Th. Thoroddsen** in **Reykjavik**.

Da ich aus der „Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft“, Bd. 40, S. 191, und aus anderen Schriften ersehen habe, daſs man sich im Auslande sehr für den isländischen Doppelspat interessirt, dachte ich, es könnte einigermaſsen nützlich sein, wenn ich einen Plan des Doppelspatbruches bei Helgustadir, den ich im Jahre 1882 aufnahm, nebst einigen darauf bezüglichen Notizen aus meinen Reisetagebüchern veröffentlichte; diesen habe ich einige wenige Bemerkungen über die Fundstätte bei Djúpifjördur in Westisland hinzugefügt.

Der berühmte Doppelspatbruch in Ostisland (siehe Fig. 1) befindet sich in einer gleichmäſsig abfallenden Bergseite am Reydarfjördur, ungefähr 100 m über dem Meere etwas östlich von dem Gehöfte Hel-



Fig. 1. Fig. 2.

gustadir. Ein kleiner Bach hat sich den Abhang hinab Bahn gebrochen und sich nach und nach in den Basalt eingegraben; dadurch ist der Doppelspat zuerst bloſsgelegt worden, indem kleine klare Krystalle durch den Bach hinunter zur Küste geführt wurden. Der Bach hat nach dem Doppelspat den Namen Silfurlækur (Silberbach) erhalten, denn der Doppelspat wird im Isländischen „Silfurberg“ genannt. An der westlichen Seite des Baches hat man nach und nach, indem man nach Kalkspat grub, eine längliche Grube oder Vertiefung im Basalt gebildet; dieselbe hat eine Länge von 72 und eine Breite von 36 Fuſs und ihr Boden eine Neigung von 10—12° abwärts gegen den Fjord, während die Neigung der Bergseite selbst an dieser Stelle etwa 15° beträgt. Diese offene Grube ist auf drei Seiten von Basalt-

[1]) Obgleich wir bereits im vorigen Jahrgang (S. 471) kurz über die Fundstätte des isländischen Kalkspates berichtet haben, glauben wir doch, daſs die hier gegebene genauere und durch Pläne illustrirte Beschreibung dieses wichtigen Ortes unsere Leser bei der Bedeutung, welche die Frage der Ausbeutung ener Schätze gerade gegenwärtig besitzt, nochmals interessiren wird. Die Red.

klippen umgeben, wird aber an der östlichen Seite vom Silfurlækur durch einen niedrigen Schuttrücken getrennt, auf dem sich ein alter Steinwall befindet. Nach Nordwesten haben die Klippen eine Höhe von 16—20 Fufs über dem Boden der Grube, doch sind sie an anderen Stellen niedriger. Der Boden der Grube und einiges von ihren Wänden ist von einem Gewirr unzähliger Kalkspatgänge durchkreuzt, indem der kohlensaure Kalk nach und nach in den zahllosen Rissen des halbverwitterten Basaltes abgesetzt worden ist; die Kalkspatgänge haben daher eine sehr verschiedene Form und Mächtigkeit, denn sie keilen sich in unzähligen grofsen und kleinen Verzweigungen auf-



Fig. 3. Orientirungsplan des Doppelspatbruches in Ost-Island.

wärts und abwärts in den Basalt ein; so kann eine Kalkspatader da, wo sie zu Tage tritt, eine Mächtigkeit von 2—3 Fufs haben, während sie ein paar Fufs tiefer nur 1—2 Zoll mifst, um gleich darauf zu verschwinden, oder umgekehrt.

Auf Figur 2 habe ich 40 Quadratfufs der Felswände unterhalb der Grube dargestellt, um zu zeigen, wie der Basalt von Kalkspatgängen durchschwärmt ist. Auf dem beifolgenden Plan, Figur 3, habe ich die gröfsten und am meisten in die Augen fallenden Kalkspatpartien in der Grube veranschaulicht, die feineren Verzweigungen

jedoch, die sich fast in jedem Basaltstück im Grubenboden finden, fortgelassen. Die hohen Klippen nordwestlich des Bruches sind weniger von kalkgefüllten Spalten durchsetzt, doch senkt sich die mächtigste Kalkspatmasse unter diese Klippen hinein mit einer Neigung von ca. 40°. Als ich Mitte Juni 1882 zum ersten Mal den Doppelspatbruch besuchte, war die Grube zum gröfsten Theil voller Schutt und die Vertiefungen, in denen früher gearbeitet worden war, mit Schutt und Wasser gefüllt, so dafs man nichts sehen konnte; als ich aber einen Monat später von meiner Reise nach dem Alptafjördur zurückkehrte, konnte ich einen leidlich guten Ueberblick über die Beschaffenheit der Oberfläche gewinnen, da ich die Grube in der Zwischenzeit hatte reinigen lassen.

Wo der Spat zu Tage tritt, ist er fast überall undurchsichtig und für optische Zwecke fast ganz untauglich; tiefer unten aber in den mit Thon gefüllten Höhlungen zwischen den Gängen findet sich der beste Doppelspat. Früher ist der Spat in der Weise gebrochen worden, dafs man in den Boden der Grube Löcher gegraben hat, von denen das gröfste (D) ungefähr 2½ Faden tief ist. Die Decke in dieser Höhlung ist aus grofsen, halbdurchsichtigen, zusammengewachsenen Rhomboëdern, die einen Durchmesser von 1—2 Fufs haben, zusammengesetzt. Die Fugenränder derselben sind fast überall mit Reihen und Kränzen von Desminen besetzt; zu optischem Gebrauch sind diese Krystalle jedoch nicht geeignet, solche fanden sich dagegen besonders im Boden des Loches, wo die Vertiefungen zwischen einigen emporstehenden Basaltklippen mit bräunlichem oder röthlichgrauem Thon gefüllt waren; hier haben sich die am schönsten entwickelten Doppelspatkrystalle bilden können, ohne einander im Wege zu sein. In der Kalkspatmasse, die das meiste der Gangfüllungen ausmacht, sind die Krystalle in verschiedener Weise zusammengewachsen, nicht voll entwickelt und unklar, so dafs man hier nur kleinere Partien findet, die so durchsichtig sind, dafs man sie brauchen kann; auch von den klaren Doppelspatstücken haben viele gröfsere oder kleinere Fehler; die Stücke, die von feinen Spalten durchsetzt sind, in denen das Licht sich mit Regenbogenfarben bricht, werden von den Arbeitern „litsteinar“ (Farbsteine) genannt; andere sind von feinen, leeren oder thongefüllten Röhren durchkreuzt oder mit graulichen Wolken gefüllt („grávefur“ = Grauweben); einige wenige enthalten ziemlich grofse, für das blofse Auge sichtbare, mit Wasser gefüllte Höhlungen, worin eine Luftblase sich wie in einer Wasserwage bewegt. Der undurchsichtige Kalkspat findet sich in gröfster Menge, so dafs die durch-

sichtigen Varietäten, was die Menge betrifft, im Verhältnifs dazu ganz verschwindend sind.

In diesem Jahrhundert wurde der Doppelspatbruch bei Helgustadir mehrere Male von verschiedenen Gelehrten besucht, so im Jahre 1846 von Sartorius von Waltershausen. Er nimmt an, dafs der Doppelspat in einer grofsen Blase im Basalt ausgeschieden worden sei[2]), was jedoch kaum wahrscheinlich ist; vielmehr scheint derselbe an ein sehr complizirtes Netz von Gängen gebunden zu sein. Ueber die Ausdehnung dieser Gänge weifs man jedoch zur Zeit nicht viel, da nur ein kleiner Theil blofsgelegt ist; aller Wahrscheinlichkeit nach erstreckt sich aber das Gangnetz entweder gesammelt oder verstreut noch weiter nach oben und unten im Felsen, welcher von einer dicken Schicht Basaltschutt bedeckt ist. Weder Sartorius von Waltershausen noch andere Besucher haben sich recht erklären können, wie hier die Bildung des Kalkspates vor sich gegangen ist. Der Basalt in den Felsen ringsherum scheint nicht weiter dekomponirt zu sein, seine mikroskopischen Bestandtheile sind vollständig frisch, nur der Olivin ist, wie so häufig, zu Serpentin umgebildet; dagegen zeugt der gräulich-grüne Basalt im Grunde des Bruches innerhalb des Gangnetzes selbst von einer gröfseren Zersetzung. Der rothbraune Thon, in welchem die schönsten Doppelspatkrystalle vorkommen, wurde von Sartorius v. W.[3]) analysirt und als ein Dekompositionsprodukt des Basaltes erkannt. In der Nähe des Doppelspatbruches sind die Spalten und Höhlungen der Klippen arm an ausgeschiedenen Mineralien, etwas östlicher im Berge Grákollur findet man jedoch verschiedene Zeolithe, besonders aber sehr schöne Chalcedone. Der Doppelspatbruch ist aufserdem 1865 von C. W. Paykull und 1881 von A. Helland und von mehreren anderen besucht und beschrieben worden. Innerhalb der isländischen Basaltformation findet man sehr oft in den Rissen und Blasen der Felsen kleine Partien mehr oder minder reinen Kalkspates und es kann zuweilen vorkommen, dafs man kleine Krystalle trifft, die zu optischen Zwecken brauchbar sind, doch kennt man aufser der Fundstätte zu Helgustadir zur Zeit nur einen einzigen Fundort von einiger Bedeutung, nämlich bei Djúpifjördur in Westisland. Im Berge Esja im Südlande in der Nähe des Gehöftes Mógilsá kennt man noch eine ziemlich bedeutende Gangfüllung von reinem krystallinischem

[2]) W. Sartorius von Waltershausen. Physisch-geographische Skizze von Island. Göttingen 1847. Seite 94—96.

[3]) Ueber die vulkanischen Gesteine in Sicilien und Island. Göttingen 1853. Seite 519.

Kalkstein, aus dem vor einiger Zeit Kalk gebrannt wurde, den man in Reykjavik viel benutzte, doch ist der Betrieb jetzt eingestellt.

Im inneren Theile des Breidifjördur unter 35° westlich von Kopenhagen schneidet ein Fjord nach Norden hinauf in die Küste des Nordwestlandes ein und theilt sich in drei kleinere Fjorde, von denen der mittlere Djúpifjördur genannt wird. Von Gufudalur reitet man an einem kleinen Gehöft in einem kreisrunden grasbewachsenen Thal vorbei über einen niedrigen Bergrücken (180 m) hinab in das Djúpidalur. Der Weg abwärts von der Ostseite des Berges führt an einer tiefen Felskluft entlang hinunter nach dem Meere; in dieser Kluft bemerkt man eine Menge Gänge und alles deutet darauf hin, dafs dieser Ort einmal in der Vorzeit in gröfserem Mafsstabe der Thätigkeit vulkanischer Kräfte ausgesetzt gewesen ist. Zwischen den Basaltgängen ist der Berg von einer Menge feiner Sprünge durchsetzt, welche mit verschiedenen Mineralien, Kalkspat, Quarz und Zeolithen (besonders Desmin, Chabasit und Heulandit) angefüllt sind. Die Basaltbänke sind an den meisten Stellen sehr schlackenartig und haben im ganzen eine Neigung von 3—4° abwärts zum Breidifjördur; hier und da scheinen jedoch verschiedene lokale Störungen vorgegangen zu sein, so dafs einzelne Partien zwischen den Basaltgängen sich gesenkt und verändert haben. Indem ich der westlichen Küste des Fjords folgte, fand ich auf meiner Reise im Sommer 1886 am Strande mehrere kleine Stücke Doppelspat; hoch oben in dem steilen Felsen sah ich einige weifsliche Stellen, glaubte, die Stücke müfsten daher stammen und kletterte hinauf, fand aber nur einen halbverwitterten Mandelstein, angefüllt mit Zeolithen und Kalk. Indessen wurde ich bald auf eine Kluft oben in den Klippenreihen aufmerksam, wo im Frühjahr ein Gebirgsbach niederströmt, und in dieser findet sich der Doppelspat; von der See aus kann man in der Kluft einen weifsen Streifen sehen, der sich durch den Berg aufwärts erstreckt. Ein Rifs im Felsen ist in der Vorzeit mit Kalkspat gefüllt worden; dieser hat sich an den Wänden abgesetzt und zuletzt die ganze Spalte gefüllt. Dieser Kalkspatgang hat die Richtung N 8° W; er tritt 300 Fufs über dem Meere zu Tage und hat hier eine Mächtigkeit von 3—5 Fufs. Ich verfolgte ihn aufwärts bis zu 450 Fufs Höhe, konnte aber wegen der steilen Klippen nicht weiter kommen. Der Gang scheint sich jedoch noch weiter durch den Felsen hinauf zu erstrecken, und zwar mit einer wechselnden Mächtigkeit. Wo der Kalkspat zu unterst an der Bergseite aus dem Schutt zum Vorschein kommt, hat er nur eine unbedeutende Mächtigkeit und der Gang zeigt sich im Anfang nur als

zwei etwa 1/3 Fuſs dicke Kalkspatstreifen, die durch 2—3 Fuſs grünlichen zersetzten Basaltes getrennt sind, welcher von sehr feinen Kalkspatadern durchschwärmt ist. Bald nimmt der Kalkspat an Mächtigtigkeit zu und der Gang verzweigt sich in eine Menge Sprünge, die sich abwechselnd sammeln und vereinen. An einzelnen Stellen löst er sich in einen Schwarm von kleinen kalkgefüllten Rissen mit dazwischen liegendem dekomponirtem grünlich-grauem Basalt auf und erhält dadurch zuweilen eine Breite von 10—15 Fuſs. Wenn man den Gang an den Stellen, wo er sich zu einem Netz von Kalkspatrissen verzweigt, schräg durchschnitte, so würde der entstandene Schnitt in einem kleineren Maſsstabe ungefähr dasselbe Aussehen haben, wie der Boden in dem Doppelspatbruche bei Helgustadir. An einigen Stellen ist die Kluft nicht ganz ausgefüllt worden, so daſs in der Mitte ein leerer Raum geblieben ist, und hier haben sich die groſsen Kalkspat-Rhomboeder und Skalenoeder am besten entwickeln können; die einzelnen Krystalle haben einen Durchmesser von 2—4 Zoll. Ebenso wie bei Helgustadir sind die Fugenränder der Krystalle meist mit Reihen und Kränzen von Desminen besetzt. Ungefähr 400 Fuſs über dem Meere wird der Kalkspatgang von einem anderen kleineren Gange mit der Richtung N 31° O durchschnitten; auch dieser ist von Kalk und Zeolithen, besonders Laumontit, erfüllt. Der Kalkspat, der an dieser Stelle an der Oberfläche hervortritt, ist gleich dem zu Helgustadir gröſstentheils unbrauchbar für den optischen Gebrauch, doch finden sich einzelne klare und reine Stücke darunter. Man kann sich keine Ansicht darüber bilden, wie weit dieser Kalkspatgang von praktischem Nutzen werden kann, bevor derselbe näher untersucht und zum Versuche angebrochen worden ist, doch scheint er hinter dem Doppelspatbruche bei Helgustadir bedeutend zurückzustehen.

(Uebersetzt von M. Lehmann-Filhés.)



Die Chemie der Stickstoffverbindungen.

Zu den interessantesten chemischen Entdeckungen der Neuzeit gehört entschieden die Auffindung der Stickstoffwasserstoffsäure durch Th. Curtius in Kiel. Handelt es sich doch um einen Körper, welcher nicht allein höchst merkwürdige Eigenschaften zeigt, sondern auch zugleich weite Aussicht in ein bisher unvermuthetes Gebiet der Forschung eröffnet. Mit Recht feierte denn auch in der Naturforscherversammlung zu Bremen der berühmte Chemiker und Präsident dieser

Gesellschaft A. W. von Hofmann jenes Ereignifs sofort bei seinem Bekanntwerden als das wichtigste des verflossenen Jahres.

Die anorganische Chemie kannte bisher nur eine einzige Verbindung zwischen Stickstoff und Wasserstoff, nämlich das Ammoniak (NH^3), oder wie es im gewöhnlichen Leben heifst, den Salmiakgeist. Die organische Chemie lehrte dann vor einigen Jahren eine zweite Verbindung, das Hydrazin oder Diamid ($H^2N—NH^2$), kennen, und nunmehr ist eine dritte Verbindung, die Stickstoffwasserstoffsäure (N^3H) hinzugekommen. Während aber die beiden ersteren Substanzen basische Eigenschaften besitzen, zeigt die letztere auffallender Weise den Charakter einer Säure und dementsprechend wurde derselben der Name „Stickstoffwasserstoffsäure" beigelegt. In der Wissenschaft führt der neue Körper auch wohl die Bezeichnung „Azoimid". Dadurch wird zugleich die Constitution desselben zum Ausdruck gebracht — es ist eine Verbindung der Imidogruppe (NH) mit der Azogruppe (N^2).

Nach der Vermuthung des Entdeckers sollte die Stickstoffwasserstoffsäure sich bilden bei der Einwirkung von salpetrigsauren Salzen auf Hydrazinmonochlorid, indessen gelang die Darstellung bisher in dieser Weise nicht. Erst auf weiten Umwegen durch Benutzung complicirterer organischer Verbindungen gelangte man ans Ziel.

Was nun die näheren Eigenschaften dieses Körpers betrifft, so haben wir es mit einem Gase zu thun von höchst eigenthümlichem und furchtbar stechendem Geruch. Selbst in verdünntem Zustande erzeugt es Schwindel und Kopfschmerz unter gleichzeitigem Auftreten einer heftigen Entzündung der Nasenschleimhaut. Im chemischen Verhalten gleicht das Azoimid vollständig der Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure). Das Gas wird vom Wasser lebhaft absorbirt. Destillirt man die Lösung, so entweicht zunächst ein Theil in Gasform, dann geht zwischen 90 und 100° C. eine sehr concentrirte wässrige Säure über, welche bis zu 27° Theile von dem Stickstoffwasserstoff enthalten kann. Bei weiterem Erhitzen stellt sich schliefslich ein Gleichgewichtszustand ein, die Trennung des Gases vom Wasser wird keine vollständige, es destillirt vielmehr bis zum letzten Tropfen eine verdünnte Säure über.

Durch Neutralisation der Säure mit Basen entstehen Stickstoffmetalle, welche den Chlormetallen ähnlich sind, sich aber als höchst explosiv erweisen. Die Detonation, welche bereits durch wenige Milligramme der Quecksilberoxydulverbindung erzeugt wird, soll eine ganz beispiellose sein. Auch die freie Säure selbst scheint leicht und äufserst heftig zu explodiren, und nur durch einen glücklichen Zufall wurde der Entdecker vor gröfserem Unheil bewahrt. Beim Einschliefsen

einer concentrirten wässrigen Lösung des Gases in ein Glasrohr trat unerwartet Explosion ein und das dickwandige Gefäfs wurde unter furchtbarem Knall in Staub verwandelt.

Die hohe wissenschaftliche Bedeutung der Stickstoffwasserstoffsäure liegt indefs nicht in den genannten äufseren Eigenschaften, sondern in den dadurch gewonnenen theoretischen Ergebnissen. Ist es möglich gewesen, wie hier in diesem Körper drei Stickstoffatome zu einem Molekül zu vereinigen, so darf man auch hoffen, dafs es gelingen wird eine gröfsere Anzahl derselben aneinander zu ketten.

Bisher war dies bekanntlich nur bei den Kohlenstoffatomen möglich und daher erklärte sich die ungeheure Mehrzahl der Kohlenstoff- oder organischen Verbindungen. Sollte jene Fähigkeit, sich aneinander zu ketten, indefs auch den kleinsten Theilchen des Stickstoffs zukommen, so müssen wir uns darauf gefafst machen, demnächst eine neue Chemie der Stickstoffverbindungen entstehen zu sehen, welche der Chemie der Kohlenstoffverbindungen, d. i. der organischen Chemie zur Seite tritt. F.



Allgemeine Uebersicht der beachtenswerthen Himmelserscheinungen im Jahre 1891.

1. Die Sonne.

Nachdem das Minimaljahr der Fleckenentwickelung passirt ist, bietet die Oberfläche der Sonne den Liebhabern der Sternkunde wieder reichere Gelegenheit zum Verfolgen der Fleckenbildungen; zu diesen Beobachtungen reichen schon kleinere, mit Sonnenblendgläsern versehene Fernrohre aus.

2. Die Planeten.

Merkur ist Anfang des Jahres am Morgenhimmel aufzusuchen, wird aber erst mit April günstiger, wo er längere Zeit vor Sonnenaufgang und nach Sonnenuntergang am Himmel bleibt; in den Sommermonaten wird er schwieriger auffindbar, namentlich im Juli und August, wo er der Sonne nahe ist. Am Morgen des 10. Mai wird Merkur über die Sonnenscheibe hinweggehen und das ziemlich seltene Ereignifs eines Merkurdurchganges darbieten. Da diese Erscheinung auch in Europa wird beobachtet werden können, so wird in vorliegender Zeitschrift seinerzeit auf die näheren Umstände des Phänomens besonders aufmerksam gemacht werden. — Im Herbste kann Merkur in den ersten Abendstunden observirt werden, im Dezember geht er zwischen 4—5^h unter. Die bedeutendste Helligkeit des Planeten tritt ein um den 6. April, 30. Juni und 3. Oktober, am geringsten ist sie um den 11. Januar, 11. Mai, 13. September und 27. Dezember.

Venus ist bis zum Sommeranfang Morgenstern. Um den 10. Januar zeigt sich der Planet in seiner gröfsten Helligkeit, Mitte März beträgt die Lichtstärke nur die Hälfte, Ende Juni nur ein Viertel des Maximums. In den Sommermonaten culminirt Venus näher der Mittagszeit und wird, bei ziemlich sich gleichbleibender Helligkeit, im Oktober wieder nach Sonnenuntergang sichtbar, stellt sich im November mehr und mehr als Abendstern dar und bleibt

im Dezember bis 6h Abends am Himmel; auch nimmt die Lichtstärke gegen Ende des Jahres wieder zu. Die Gröfse der Sichelgestalt des Planeten (der Durchmesser der ganz erleuchteten Scheibe = 1 gesetzt) ist:

1. Januar	0.20	1. Juli	0.93
1. Februar	0.43	1. August	0.97
1. März	0.58	1. September	0.99
1. April	0.70	1. Oktober	1.00
1. Mai	0.79	1. November	0.98
1. Juni	0.87	1. Dezember	0.95

Mars ist im Januar und Februar im „Wassermann“ und den „Fischen“ bis 9h Abends, im März und April im „Widder“ und „Stier“ bis 10h Abends sichtbar; in den Sommermonaten tritt er näher zur Sonne ist jedoch im Juli noch kurze Zeit nach Sonnenuntergang zu sehen; vom September ab wird er mehr und mehr vor Sonnenaufgang in den Sternbildern des grofsen Löwen und der Jungfrau sichtbar. Mars kommt im Jahre 1891 nicht in Opposition. Der scheinbare Durchmesser der Planetenscheibe verkleinert sich um sehr weniges bis Ende Juli und nimmt dann bis Ende Dezember um denselben Betrag wieder zu.

Jupiter bewegt sich im „Steinbock“ und „Wassermann“, ist Anfang des Jahres Abends noch zu sehen, geht aber bald zeitiger unter und ist im März und April Morgens im „Wassermann“ sichtbar, nachdem er im Februar in den Sonnenstrahlen verborgen gewesen. Im Juni ist er schon nach Mitternacht beobachtbar und glänzt im August die ganze Nacht am Himmel, in den Herbstmonaten bleibt er allmälig weniger lange sichtbar und geht im Dezember schon um 10h Abends unter.

Saturn steht das ganze Jahr im östlichen Theil des grofsen Löwen. Am günstigsten zu beobachten ist er im Frühjahr, wo er bis in die Morgenstunden am Himmel ist; im April geht er um 3h Morgens unter, im Juni um Mitternacht. Ungünstig ist die Zeit im August und September; erst im Oktober und November eignet er sich wieder für Morgenbeobachtungen. Vom Ringsysteme des Saturn wird für kleinere Fernrohre nicht viel zu sehen sein; gegen Ende des Jahres kommt uns ein geringer Theil der nördlichen Ringfläche zu Gesicht.

Uranus ist im südlichen Theil des Sternbildes „Jungfrau“, östlich vom hellen Sterne Spica. Am bequemsten zur Aufsuchung für ihn ist die Zeit vom Februar ab bis gegen Juni, wo er bis in die Morgenstunden gesehen werden kann. Im September geht er schon vor 8h Abends unter, culminirt mit der Sonne, und wird im November, Dezember Morgens zwischen 3—6h sichtbar.

Neptun hält sich in der Nähe von Aldebaran im „Stier“ auf, bis August westlich von diesem Sterne, im September-Oktober rückt er ein wenig östlich von Aldebaran und steht fast 4° nördlich von letzterem; im Herbst läuft er wieder westlich.

3. Der Mond.

Wie in den früheren Jahresübersichten der Himmelserscheinungen soll hier abermals darauf aufmerksam gemacht werden, wie sehr die Theilnahme freiwilliger Mitarbeiter an der Erforschung topographischer Details der Mondoberfläche zu wünschen ist. Namentlich das fortgesetzte Zeichnen einzelner Mondlandschaften bei möglichst verschiedenen Beleuchtungs- und Librationsverhältnissen ist zu empfehlen. Besonders bemerkenswerth für derartige Studien sind: das Rillensystem westlich vom Krater Ramsden, die Ringgebirge Messier und Plinius, die Krater Linné, A Posidonius, Hyginus N, Eudoxus, aufserdem verdienen dauernde Beobachtung die dunklen Punkte zwischen

Gambart und Copernikus und die dunklen Flecken im Innern des Ringgebirges Atlas.

4. Finsternisse.

1. Totale Mondfinsternifs am 23. Mai, sichtbar in Europa, Asien, Afrika. Die Mitte der Verfinsterung für Berlin findet um 7h 23m Abends statt, der Mond wird daselbst indessen erst eine halbe Stunde später, noch total verfinstert, aufgehen.

2. Ringförmige Sonnenfinsternifs am 6. Juni. Diese Finsternifs wird namentlich in den nördlichen Polarländern, in Nordamerika, Nordeuropa und Nordasien sichtbar sein. Für Deutschland fällt sie zwischen 6—7h Nachmittag und ist hier partiell. Für Berlin beträgt die Verfinsterung etwa $4^3/_{10}$ Zoll (1 Zoll = $^1/_{12}$ Sonnendurchmesser).

3. Totale Mondfinsternifs am 16. November. Diese wird in Amerika, dem atlantischen Ocean, Europa und Afrika zu sehen sein. In Berlin sieht man die Mitte der totalen Verfinsterung um 1h 12m Morgens.

4. Partielle Sonnenfinsternifs am 1. Dezember; dieselbe wird sich auf die südlichen Polarländer und Patagonien beschränken.

5. Kometen.

Eine besondere Aufmerksamkeit dürfte wohl in diesem Jahre dem Barnardschen Septemberkometen 1888 von Seite einiger mit grofsen Instrumenten ausgerüsteten Sternwarten gewidmet werden, da es sich darum handelt, im heurigen Frühjahr dieses ganz aufsergewöhnlich lange für uns sichtbar gebliebene Gestirn nochmals aufzufinden. (Man vergleiche hierüber unsere Mittheilung „Ueber die lange Sichtbarkeit der Kometen 1889 I und 1889 II" im Dezemberheft.)

6. Beobachtenswerthe veränderliche Sterne 1891.

	Rectasc.[1]			Declin.	
T Ceti	0h	16m	15s	— 20°	40'0
U Cassiopejae	0	40	15	+ 47	39.6
T Persei	2	11	33	+ 58	27.4
W Tauri	4	21	45	+ 15	51.6
R Canis maj.	7	14	32	— 16	11.2
U Hydrae	10	32	11	— 12	49.0
R Canum ven.	13	44	16	+ 40	5.1
U Ophiuchi	17	11	0	+ 1	20.1
Y Sagittarii	18	14	57	— 18	55.1
V Sagittarii	18	25	0	— 18	20.5
U Sagittarii	18	25	27	— 19	13.2
X Ophiuchi	18	33	8	+ 8	44.3
S Vulpeculae	19	43	56	+ 27	1.0
S Sagittae	19	51	4	+ 16	20.5
Z Cygni	19	58	20	+ 49	44.2
X Cygni	20	38	45	+ 35	11.4
T Vulpeculae	20	46	50	+ 27	50.4
Y Cygni	20	47	42	+ 34	14.8
W Cygni	21	31	53	+ 44	53.4

Die Beobachtung dieser Sterne ist zu empfehlen, da die Mehrzahl derselben bezüglich der Perioden des Lichtwechsels noch wenig bekannt ist.

[1]) Die Positionen gelten für 1891/92.



Erscheinungen am Sternenhimmel vom 15. Januar bis 15. Februar.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Sonne und Mond.

Sonnenauf- und Untergang: am 1. Febr. 7h 45m Mg., 4h 44m Ab., am 15. Feb. 7h 19m Mg., 5h 10m Ab. — Zunahme der Tageslänge Jan.—Febr. 1h 46m.

Zeitgleichung[1]) und Sternzeit[2]) im mittleren Mittage:

	Zeitgleichung	Sternzeit		Zeitgleichung	Sternzeit
15. Jan.	+ 9m 37s	19h 38m 27s	31. Jan.	+ 13m 49s	20h 41m 32s
19. „	+ 10 57	19 54 13	4. Febr.	+ 14 8	20 57 18
23. „	+ 12 4	20 9 59	8. „	+ 14 24	21 13 4
27. „	+ 12 58	20 25 46	12. „	+ 14 27	21 28 51

Die Beträge der Zeitgleichung sind zu den Angaben wahrer Zeit zu addiren, um mittlere Zeit zu erhalten, oder von denen mittlerer Zeit zu subtrahiren, um wahre Zeit zu bekommen. Die Werthe der Sternzeit an Tagen, für welche sie hier nicht angegeben sind, erhält man durch Addition von 3m 56s 5 pro Tag.

Entfernungen der Sonne und des Mondes von der Erde und scheinbare Durchmesser:

	Sonne Entfernung	Durchm.		Mond Entfernung	Durchm.
1. Febr.	19,752 000 Meil.	32' 31"	1. Febr.	53,200 Meil.	30' 18"
15. „	19,802 000 „	32 26	15. „	51,500 „	31 20

Auf- und Untergang des Mondes.

		Aufgang	Untergang
17. Januar	Erstes Viertel	11h 29m Mg.	0h 12m Mg.
25. „	Vollmond	4 46 Nm.	8 37 „
27. „	Erdferne	7 6 Ab.	9 22 „
2. Febr.	Letztes Viertel	0 58 Mg.	10 46 „
9. „	Neum. u. Erdnähe	8 17 „	5 23 Ab.
15. „	Erstes Viertel	10 10 „	0 39 Mg.

2. Die Planeten.

Merkur culminirt zwischen 10 und 11h Vormittag und ist in den Morgenstunden zu sehen.

	Auf- und Untergang[3])		Entfernung von der Erde
15. Jan.	7h 30m Mg.	4h 15m Ab.	13,360 000 Meilen
1. Febr.	6 30 „	2 30 Nm.	18,140 000 „
15. „	6 30 „	2 45 „	22, 60 000 „

[1]) Die „Zeitgleichung" bezeichnet den Unterschied zwischen mittlerer (Orts-) Zeit und wahrer Zeit (Sonnenzeit). Sie ist z. B. für die Angaben der Sonnenuhren in Betracht zu ziehen, desgleichen bei Zeitbestimmungen, die an der Sonne (beispielsweise mit dem Spiegelsextanten) gemacht werden, bei denen man die Zeit in „wahrer" Zeit erhält, also deren Verwandlung in „mittlere" nöthig hat.

[2]) Die „Sternzeit" bietet ein Hilfsmittel zur Orientirung am Sternhimmel. Man hat zur vorgelegten Ortszeit obige Sternzeit zu addiren, um die ihr ungefähr entsprechende Sternzeit zu erhalten. Am 15. Jan. beispielsweise um 8h Abends ist also 27h 38m 27s = 3h 38.5m, Sternzeit; um diese Zeit culminiren alle Himmelskörper, deren Rectascension = 3h 38.5m ist; diejenigen, deren Rectascension kleiner ist, haben den Meridian schon überschritten, befinden sich also im Untergange, die andern im Aufgange.

[3]) Die Auf- und Untergänge werden hier, für den praktischen Gebrauch hinreichend, nur auf Viertelstunden angegeben.

Venus steht am Morgenhimmel und ist schon $2\frac{1}{2}$ Stunden vor Sonnenaufgang sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Jan.	$4^h\,45^m$ Mg.	$1^h\,30^m$ Nm.	9,170 000 Meilen
1. Febr.	4 45 „	1 15 „	11,690 000 „
15. „	4 45 „	1 15 „	13,840 000 „

Mars kann bis 9^h Abends am Abendhimmel aufgesucht werden und befindet sich in den „Fischen".

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Jan.	$10^h\,15^m$ Mg.	$9^h\,30^m$ Ab.	34,190 000 Meilen
1. Febr.	9 30 „	9 45 „	36,580 000 „
15. „	8 45 „	9 45 „	38,550 000 „

Jupiter gelangt sehr in die Nähe der Sonne (namentlich Mitte Februar) und geht mit ihr auf und unter.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Jan.	9^h —^{m} Mg.	$6^h\,15^m$ Ab.	118,790 000 Meilen
1. Febr.	8 15 „	5 30 „	120,220 000 „
15. „	7 15 „	5 — „	120,510 000 „

Saturn ist im grofsen Löwen die ganze Nacht über sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Jan.	9^h —^{m} Ab.	$10^h\,15^m$ Mg.	174,420 000 Meilen
1. Febr.	7 45 „	9 15 „	170,600 000 „
15. „	6 45 „	8 15 „	168,560 000 „

Uranus fängt bald an nach Mitternacht sichtbar zu werden; er befindet sich $9\frac{1}{2}$ Grad östlich vom Sterne Spica der Jungfrau.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Jan.	$1^h\,15^m$ Mg.	$11^h\,30^m$ Vm.	371,800 000 Meilen
1. Febr.	0 15 „	10 15 „	365,900 000 „
15. „	11 15 Ab.	9 30 „	361,400 000 „

Neptun ist bis in die Morgenstunden zu sehen und steht nahe beim Sterne Aldebaran im Stier, 5 Grad westlich und 3 Grad nördlich von diesem Stern. Am 20. Januar Morgens findet eine Bedeckung Neptuns durch den Mond statt.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Jan.	$0^h\,30^m$ Nm.	$4^h\,30^m$ Mg.	585,200 000 Meilen
1. Febr.	11 30 Vm.	3 15 „	590,300 000 „
15. „	10 30 „	2 30 „	595,000 000 „

Orte der Planeten:

	Venus		Mars		Jupiter		Saturn	
	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.
13. Jan.	$16^h\,42^m$	$-17°21'$	$23^h\,26^m$	$-4°19'$	$21^h\,20^m$	$-16°23'$	$11^h\,15^m$	$+7°\,2'$
18. „	16 56	−17 49	23 40	−2 46	21 24	−16 1	11 14	+7 7
23. „	17 11	−18 20	23 53	−1 13	21 29	−15 40	11 14	+7 13
28. „	17 29	−18 51	0 7	+0 19	21 34	−15 18	11 13	+7 20
2. Febr.	17 48	−19 18	0 20	+1 52	21 38	−14 55	11 12	+7 27
7. „	18 8	−19 39	0 33	+3 23	21 43	−14 32	11 11	+7 36
12. „	18 29	−19 51	0 47	+4 53	21 48	−14 8	11 9	+7 44

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

(Die Verfinsterungen sind wegen der Sonnennähe Jupiters nicht beobachtbar.)

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(Für Berlin sichtbar.)

		Gröfse	Eintritt	Austritt
17. Jan.	* ξ^1 Ceti	4m 3	4h 42m Ab.	5h 37m Ab.
18. „	* ξ Arietis	5.3	0 4 Mg.	0 58 Mg.
20. „	Neptunbedeckung	—	3 57 „	(Mond geht während der Bedeckung unter.)
25. „	* γ Cancri	4.4	4 10 „	4h 46m Mg.
29. „	* ν Virginis	4.4	0 0 Mitternacht	1 16 „

5. Orientirung am Sternhimmel.

Um 8h Abends gehen im Monate Januar-Februar unter die Sternbilder des Wassermanns und Pegasus, im Aufgange sind der grofse und kleine Löwe; in Culmination treten um 8h Orion, Stier und Fuhrmann. Der Sternhimmel im Januar-Februar gehört zu den schönsten des Jahres, da schon in den ersten Abendstunden eine Reihe Sterne erster Gröfse über dem Horizonte stehen; der Gürtel des prachtvollen Orion passirt um 1/29h den Meridian, Sirius, Regulus und Procyon kommen schon in der Dämmerung, zwischen 4h und 6h über den Horizont. Spica tritt 11h Abends in unseren Gesichtskreis, Arctur nach 9h Abends. — Die folgende Tafel enthält die Culminationszeiten der hellsten Sterne zwischen 5h Abends bis 6h Morgens:

Culminirende Sterne	Helligkeit	Culmination am 23. Januar	am 1. Februar	am 8. Februar	am 15. Februar
α Arietis	2m	5h 50m Ab.	5h 14m Ab.	4h 47m Nm.	4h 19m Nm.
β Persei (Algol) . . .	—	6 50 „	6 15 „	5 47 Ab.	5 19 Ab.
α Persei	2	7 6 „	6 30 „	6 2 „	5 35 „
α Tauri (Aldebaran) .	1	8 19 „	7 43 „	7 16 „	6 48 „
α Aurig. (Capella) . .	1	8 58 „	8 22 „	7 54 „	7 27 „
α Orion. (Beteigeuze) .	1	9 38 „	9 3 „	8 35 „	8 8 „
α Can. maj. (Sirius) . .	1	10 29 „	9 54 „	9 26 „	8 59 „
ε Can. maj.	1.6	10 43 „	10 8 „	9 40 „	9 13 „
α Gemin. (Castor) . . .	2	11 17 „	10 41 „	10 13 „	9 46 „
α Can. min. (Procyon) .	1	11 22 „	10 47 „	10 19 „	9 52 „
α Hydrae	2	1 14 Mg.	0 39 Mg.	0 11 Mg.	11 43 „
α Leonis (Regulus) . .	1.3	1 54 „	1 19 „	0 51 „	0 24 Mg.
δ Leonis	2.3	3 0 „	2 25 „	1 57 „	1 30 „
β Leonis	2	3 35 „	3 0 „	2 32 „	2 5 „
β Corvi	2.3	4 20 „	3 45 „	3 17 „	2 50 „
α Virginis (Spica) . .	1	5 10 „	4 35 „	4 7 „	3 40 „
α Bootis (Arctur) . . .	1	6 2 „	5 26 „	4 58 „	4 31 „

6. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1891 Rectas.	Declin.
R Persei	8. Febr.	8—9m	12m	3h 23m 6s	+ 35° 17'7
U Monoc.	14. „	6	7	7 25 36	— 9 32.9

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Helligkeit im Min.	1891 Rectas.	1891 Declin.
T Ursae maj.	31. Jan.	7—8	12	12h 31m 27s	+ 60° 5'3
V Virginis	31. „	8—9	13	13 22 10	— 2 36.4
R Camelop.	18. „	8—9	12	14 25 43	+ 84 19.5
W Scorpii	13. Febr.	10	13	16 5 24	— 19 51.1
S Scorpii	12. „	9—10	12.5	16 11 10	— 22 37.8

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

Algol . . . 14. Jan. Mttg. 20. Mg., 25. Ab., 31. Nm., 6. Febr. Vm., 12. Mg., 17 Ab.
U Cephei . . 16. Jan., 21., 26., 31. Ab., 5. Febr., 10., 15. Ab.
U Coronae . . 20. Jan., 27. Mg., 2. Febr., 9., 16. Ab.
λ Tauri . . 22. Jan., 30. Mg., 7. Febr., 15. Mg.
δ Librae . . 18. Jan., 23. Mg., 27. Ab., 1. Febr., 6. Mg., 10. Nm., 15. Mg.
S Cancri . . 23. Jan., 2. Febr., 11. Febr.
Y Cygni . . unregelmäfsig.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode.

T Monocerotis 5. Febr. — W Virginis 19. Jan., 5. Febr.

7. Meteoriten.

Besonders auffällige Schwärme treten zwischen dem 15. Jan. bis 15. Febr. nicht ein.

8. Nachrichten über Kometen.

Ein von Zona am 15. November im Sternbilde des Fuhrmann entdeckter Komet wird allseitig als schwach bezeichnet und hatte seine Sonnennähe schon gegen Ende Juli erreicht. Am 17. Nov. Morgens hat aufserdem Spitaler in Wien dicht in der Nähe des Zonaschen Kometen einen noch schwächeren Kometen gefunden, bezüglich dessen er eine Woche später nur konstatiren konnte, dafs der Komet sich jedenfalls von dem früher gefundenen Orte fortbewegt hat. Dieses zweite Gestirn ist bis zum Schlufs dieses Heftes (Dez. 20.) nur noch je einmal in Wien und Kopenhagen beobachtet worden. Die Bewegung ist nordwestlich, aber viel langsamer, als die des Zonaschen Kometen.





Herrn A. Z. in Lodz. Der Mond besitzt wahrscheinlich noch eine Spur von Ätmosphäre und wir müssen annehmen, dafs jeder Weltkörper mindestens eine gewisse Menge Luft festhält, welche in Beziehung zu seiner Anziehungskraft, also seiner Masse steht. Aufserdem werden relativ junge Weltkörper, wie beispielsweise Jupiter (welcher wegen seiner Gröfse einer langsameren Entwickelung unterworfen sein, also eine grössere Lebensdauer haben muss, als die kleineren Planeten) aus ihrem heifsen Innern Gase ausströmen, welche ihre Atmosphäre vergröfsern. Diese werden erst nach und nach sich in soweit in den Weltenraum hinaus verflüchtigen, als es eben die Anziehungskraft des Körpers erlaubt. Es ist also unsere Ansicht, — denn nur um Ansichten, nicht um erwiesene Thatsachen kann es sich handeln — dafs die Weltkörper zuerst sehr grofse Atmosphären besessen haben, welche sich nach und nach in den Weltenraum verflüchtigten, dafs sie aber dennoch stets eine Atmosphäre von gewisser Dichtigkeit auch in völlig ausgestorbenem Zustande behalten müssen, welche im Verhältnis zur Gröfse (Masse) des Weltkörpers steht. Für unsere Erde ist heute vielleicht schon dieser Grenzzustand erreicht, für den Mond ganz gewifs; da er aber viel kleiner ist wie die Erde, mufs auch seine Atmosphäre viel dünner sein, so dafs wir direkt nichts mehr davon nachzuweisen im stande sind. Da nun die Luft eine der Bedingungen der Bewohnbarkeit der Himmelskörper ist, so würde hieraus folgen, dafs die gröfseren und also in dieser Hinsicht wichtigeren Körper diese Bedingung überhaupt nicht verlieren, während die kleineren ganz unverhältnifsmäfsig früher von dem verderblichen Luftmangel getroffen werden.

Die Centrifugalkraft wird in dieser Frage ohne Zweifel eine Rolle spielen. Wenn wir zwar annehmen, dafs die Atmosphäre sich, an Dichtigkeit mit der Höhe über der Planeten-Oberfläche abnehmend, in den Weltenraum verliert, so wird eine Grenze eintreten, wo die Centrifugalkraft der Schwere genau das Gleichgewicht hält. Hier liegt dann die äufserste Grenze der theoretisch denkbaren Atmosphäre.

Herrn W. L. H. in Berlin. Für Ihren Hinweis auf einzelne Stellen in Schopenhauers Werken („Welt als Wille etc.", I, S. 28 und „Vierfache Wurzel etc." S. 69), in denen von der scheinbaren Abplattung des Himmels und der Vergröfserung des Mondes am Horizont gesprochen wird, sind wir Ihnen sehr dankbar. Schopenhauer führt diese Fälle als treffende Beispiele an, um zu erläutern, wie durch Verbindung der Sinnesempfindungen mit Urtheilen der Schein entsteht und in welchem Mafse unsere Anschauung vom Verstande beeinflufst ist. Als Ursache der in diesem Fall zur Illusion führenden Urtheile betrachtet Schopenhauer ebenso wie Euler lediglich die „Luftperspektive", die uns matter erscheinende Objekte für entfernter halten läfst; das abgeflachte Aussehen des Himmels soll in der gleichen Weise durch die „Luftperspektive" zu stande kommen. Eine vollständige Erklärung des Phaenomens hat wohl Schopenhauer selbst damit durchaus nicht geben wollen.

Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Ein Besuch des meteorologischen Instituts zu Berlin und seiner Observatorien bei Potsdam.

Von Dr. **Ernst Wagner**,
Assistent des Königl. Preufsischen Meteorologischen Instituts.

Da man von der Meteorologie als einer für sich bestehenden Wissenschaft erst seit wenigen Jahrzehnten reden kann — vielleicht ist sie als die „Physik der Atmosphäre" wirklich die jüngste der Wissenschaften — so wäre es schon aus diesem Grunde nicht verwunderlich, wenn die Stätten, welche der Pflege derselben gewidmet sind, sich nur in bescheidenem Gewande präsentiren, und wie es einem neuen, eben erst im Werden begriffenen Zweige der Forscherthätigkeit entspricht, in den unscheinbaren Formen der auf das Nothwendige sich beschränkenden ersten Einrichtungen dem Laien äufserlich wenig von ihrer Bedeutung zu verrathen vermögen. In dieser Beziehung ist die Meteorologie überhaupt im Vergleich zu ihrer sehr viel älteren Schwester Astronomie viel weniger gut gestellt. Während die modernen Tempel der Urania, die Sternwarten, mit ihren domartigen Kuppeln, den grofsen Fernröhren und deren complicirtem Zubehör auch dem oberflächlichen Beschauer einen bedeutenden Eindruck machen, und ihm schon hierdurch Achtung vor dieser Wissenschaft abnöthigen, vermag ein meteorologisches Institut durch seine Apparate kaum zu imponiren, da diese sich meist in kleinen Dimensionen halten, weil auch, wie wir später sehen werden, die Güte der Beobachtungen dem Umfange der benutzten Instrumente durchaus nicht proportional zu sein braucht. Aber es ist noch ein tieferer Grund für dieses äufserlich unscheinbare Wesen der Meteorologie zu finden; wenn wir ihn erkannt haben, begreifen wir damit auch die fundamentale Verschiedenheit im Betriebe der beiden lange Zeit gemeinsam an den-

selben Stellen gepflegten Wissenschaften. Die weitere Erforschung der modernen Probleme der Astronomie macht eine immer steigende Erhöhung der Genauigkeit aller Instrumentalablesungen, also eine zunehmende Verfeinerung der Beobachtungskunst und damit auch immer gröfsere Ansprüche an die Präcisionsmechanik zur gebieterischen Nothwendigkeit, woraus wiederum folgt, dafs die Mehrzahl astronomischer Forschungszweige sich immer enger an denjenigen Stellen concentriren mufs, welche sich im Besitze reicher instrumentaler Mittel und vor allem wohlgeübter, technisch speciell vorgebildeter und erfahrener Kräfte befinden. Ganz entgegengesetzt kann die moderne Meteorologie nur durch eine grofse Betheiligung von Beobachtern, welche möglichst gleichmäfsig über weite Gebiete vertheilt sind, Fortschritte in der Lösung der ihr gestellten Aufgaben erwarten; eine solche allgemeine Mitwirkung fachmännisch nicht vorgebildeter und aus allen Kreisen der Gesellschaft sich rekrutirender Beobachter ist aber nur dann möglich und durchführbar, wenn die zur Verwendung kommenden Apparate durch die denkbar gröfste Einfachheit ihrer Handhabung einen geringen Grad der Vorbildung und persönlicher Geschicklichkeit zur Voraussetzung machen.

Hiermit soll freilich nicht gesagt sein, dafs der Meteorologie mit Verfeinerung ihrer Beobachtungskunst nicht gedient wäre; im Gegentheil ist hierin ebenfalls in den letzten Jahrzehnten Erhebliches geleistet worden, wovon wir uns bei der Betrachtung der meteorologischen Registrirapparate überzeugen werden. Aber auch die Ausübung verfeinerter Methoden mufs sich, wenn sie ihre gröfstmögliche Leistungsfähigkeit entfalten soll, ebenfalls auf eine kleinere Anzahl von Beobachtungsstellen beschränken, an welchen die zur Bedienung und Ausnutzung der Angaben solcher Instrumente erforderlichen wissenschaftlich vorgebildeten Arbeitskräfte vorhanden sind.

Es liegt also der Schlufs nicht fern, dafs ein meteorologisches Institut seine Thätigkeit in mehreren, sehr von einander verschiedenen Richtungen zu entfalten hat, zu welchen bei anderen wissenschaftlichen Instituten gar keine Veranlassung vorliegt. Einmal sollen an demselben meteorologische Beobachtungen in gröfster Vollständigkeit und mit Verwendung der besten Apparate und Methoden der fortschreitenden Wissenschaft in stetiger Vervollkommnung ausgeführt werden, sodann sollen die von dem Beobachterheer eingehenden Beobachtungen gesammelt, geprüft, berechnet und in geeigneten Formen bearbeitet, für wissenschaftliche und technische Zwecke zur Veröffentlichung gebracht werden, drittens mufs aber mit den Beobachtern ein stetiger

Verkehr unterhalten werden, dieselben mit Unterweisungen, neuen Apparaten und Materialien u. s. w. versorgt werden. Von diesen drei Hauptnummern des Arbeitsprogramms kennen andere wissenschaftliche Anstalten nur die erste, nämlich die Ausführung und Berechnung der eigenen Beobachtungen und ihre wissenschaftliche Verwerthung. Was dem meteorologischen Institut noch ferner obliegt, giebt ihm unweigerlich den Charakter und das Aussehen einer Verwaltungsbehörde mit ausgedehntester Correspondenz, und als solche staunt dasselbe zunächst der unbefangene Besucher an, der sich über die weiteren Aufgaben eines meteorologischen Instituts nicht Rechenschaft abgelegt hat, und immer nur den rein wissenschaftlichen Theil seiner Thätigkeit im Auge hat.

Indessen ist es nicht meine Absicht, die Leser dieser Zeitschrift durch eine Auseinandersetzung über die Besonderheiten dieser „wissenschaftlichen Verwaltung" zu ermüden, wir wollen uns nur die wissenschaftlichen Abtheilungen des Königlich Preufsischen Meteorologischen Instituts näher ansehen.

Wen der Weg nach dem Schinkelplatz, wo dasselbe in den Parterre-Räumen der Bauakademie seine Diensträume eingerichtet hat, über den Schlofsplatz führt, der wird sicher vor der dort aufgestellten Wettersäule Halt machen, um durch eine Betrachtung der an derselben angebrachten Apparate und Kenntnifsnahme der vorhandenen Inschriften sein meteorologisches Wissen zu stärken und den Leuten vom Fach nicht ganz unvorbereitet entgegen zu treten. Die architektonisch höchst elegante Form der Säule macht einen den Geschmack der Meteorologen in günstigstem Lichte zeigenden Eindruck, und der vorurtheilslose Beschauer gelangt zur Ueberzeugung, dafs man auch in der Meteorologie das Nützliche mit dem Schönen trefflich zu verbinden wisse. Voll dieses Gedankens betritt der nach tieferem Wissen Verlangende nun den seiner Zeit vielbewunderten Bau Schinkels, und denkt die Meteorologen durch ein Compliment zu erfreuen, wie gut doch für die Vermehrung des Interesses an meteorologischen Dingen im Publikum seitens des Königlichen Instituts durch Aufstellung einer so schönen Wettersäule in nächster Nähe des Instituts gesorgt sei.

O weh — weit gefehlt! Der den Besucher führende Beamte des Instituts mufs diese Anerkennung mit der Versicherung ablehnen, dafs er zwar ebenfalls die künstlerische Vollendung der Berliner Wettersäule höchlichst bewundere, indessen sei es ein öffentliches Geheimnifs, dafs dieses Bauwerk das beste Muster dafür sei, wie man meteorologische Instrumente nicht aufstellen dürfe. An diesem Monument,

welches die Väter der Stadt ihrem Kunstsinn, aber nicht ihrem meteorologischen Verständnifs gesetzt haben, ist übrigens das Königliche Institut gänzlich unschuldig, denn niemals ist demselben Gelegenheit gegeben worden, seinen Ansichten über zweckmäfsige Ausführung solcher Wettersäulen bei der Errichtung der in Rede stehenden Gehör zu verschaffen.

Indessen mag der ob dieser Eröffnung sichtlich betrübte Freund der Meteorologie sich trösten; diesem Mangel wird in kurzer Zeit abgeholfen werden durch die Aufstellung der „Urania-Säulen" von welchen ein erheblicher Fortschritt auch für die Pflege der Meteorologie erwartet werden darf — soll doch durch dieselben in einer grofsen Anzahl von Orten eine Menge der nach den bewährtesten Principien selbstregistrirenden Instrumente in Funktion treten, womit eine bisher ungeahnte Erweiterung des mit Instrumenten versehenen Stationsnetzes gegeben ist.

Wer weifs, wie die allgemeine Einführung dieser neuesten Diener der Wissenschaft die meteorologische Praxis umgestalten wird; denn irren wir nicht, so ist das der Meteorologie noch bevorstehende Maschinenzeitalter wesentlich näher gerückt? Die automatisch registrirenden Instrumente treten immer mehr in den Vordergrund, und übernehmen immer mehr von der Arbeit des Beobachters; wenn sie gar erst im stande sind, zu beliebig gewünschten Terminen ihre Notirungen aller meteorologischen Elemente automatisch an die Centralstation abzugeben, wird vielleicht der meteorologische Beobachter, der Mann, bei dem Pünktlichkeit die Cardinaltugend ist, zu den berechtigten Eigenthümlichkeiten vergangener Zeiten gehören.

Doch vorläufig sind wir noch lange nicht so weit, und bis dahin wird der meteorologische Beobachter für jedes meteorologische Centralinstitut der Gegenstand zartester Aufmerksamkeit bleiben, denn was wäre ein solches Institut ohne sein Beobachterheer! Neben dem Streben nach Correktheit in der Ausführung jeder Beobachtung und dem Bemühen, alle meteorologischen Stationen so einzurichten, dafs die an ihnen gemachten Ablesungen der Instrumente den strengsten Anforderungen der fortschreitenden Wissenschaft Stand halten, geht die Rücksicht auf die Mühewaltung des Beobachters einher, welche keinen geringen Antheil daran hat, dafs die meteorologischen Instrumente im Laufe der letzten Jahrzehnte immer zweckmäfsiger geworden sind, und durch Solidität und Einfachheit ihrer Einrichtung sich gegen die älteren Instrumente vortheilhaft unterscheiden.

Aber ehe wir uns durch die Betrachtung der im Institute vor-

handenen Sammlung von Instrumenten hiervon überzeugen, wollen wir uns erst klar machen, welche Anforderungen denn an einen meteorologischen Beobachter überhaupt gestellt werden. Da werden wir gewahr, dafs diese geforderten Leistungen sehr verschieden sind, je nach der Ordnung der Station, welche der Beobachter verwaltet, und zwar kann man deren fünf verschiedene aufstellen, so dafs es nicht schwer halten würde, sofort meteorologische Räthe erster bis fünfter Klasse, entsprechend denen der preufsischen Verwaltungskategorien, aus ihnen zu formiren.

Nach den Beschlüssen des internationalen Meteorologenkongresses zu Wien im Jahre 1873 soll als Station I. Ordnung eine solche gelten, welche im Besitze von registrirenden Instrumenten ist, um die wichtigeren meteorologischen Elemente, also den Luftdruck, die Temperatur der Luft, die Windrichtung und Windstärke, Dauer und Menge des Niederschlages, Dauer des Sonnenscheins, der Luftfeuchtigkeit u. s. w. ununterbrochen aufzuzeichnen, und hierdurch eine genaue Kenntnifs der täglichen Periode, welche alle meteorologischen Elemente aufweisen, zu ermöglichen.

So vollkommen ausgerüstete Stationen werden natürlich in einem grofsen Netze von meteorologischen Stationen nur einige wenige sein können, in kleineren Netzen gewöhnlich nur die Centralstation, es werden daher die Stationen II. Ordnung überall die Grundpfeiler der Systeme bilden müssen, an welchen die oben angeführten Elemente an mehreren bestimmten genau innezuhaltenden Terminen am Tage beobachtet werden; die Menge der Niederschläge wird wenigstens einmal des Tages gemessen; die höchste und niedrigste Temperatur der letztverflossenen 24 Stunden an den sogenannten Extremthermometern (früher Thermometrograph geheifsen) abgelesen.

Die Beobachtungen dieser Stationen bilden noch immer den Grundstock des Materials, welches man zu den meisten Untersuchungen der klimatischen Verhältnisse eines Landes bedarf, ebenso werden aus den telegraphischen Meldungen ihrer Terminbeobachtungen die allbekannten Wetterkarten hergestellt.

Indessen hätte es wenig Zweck, eine grofse Anzahl solcher Stationen auf einem engen Raume anzuhäufen, denn namentlich der Luftdruck variirt selbst auf gröfsere Entfernungen so regelmäfsig, dafs es eine zwecklose Belastung wäre, zwischen zwei 10 Meilen von einander entfernten Stationen II. Ordnung noch mehrere einzuschalten.

Man wird daher, wie die Erfahrung gezeigt hat, mit Ausnahme von Gebirgsländern, wo bei starker vertikaler Gliederung des Gebirges

schnelle Veränderungen der meteorologischen Elemente häufig sind, sich auf einer Fläche von etwa 4000 Quadratkilometern mit nur einer Station II. Ordnung begnügen können. Um aber den von der Terraingestaltung sehr abhängigen Veränderungen der Temperaturverhältnisse — dem lokalen Klima — selbst in geringen Entfernungen folgen zu können, hat man neuerdings die Stationen III. Ordnung in immer zunehmender Menge eingerichtet, und dieselben namentlich an Stellen angelegt, wo der Einflufs der Terraingestaltung möglichst klar hervortreten kann, z. B. an dem Ufer eines grofsen Sees, auf steilen oder sanft ansteigenden Anhöhen, innerhalb eines ausgedehnten Waldcomplexes, an dem Rande eines solchen, in weiten oder eng ins Gebirge eingeschnittenen Thälern, um auf diese Weise die Eigenthümlichkeiten solcher Lagen genauer kennen zu lernen. Auf diesen Stationen wird die Temperatur, Wind, Bewölkung, Niederschläge zu denselben Terminen wie an denen II. Ordnung beobachtet; die Notirung der Luftfeuchtigkeit unterbleibt, weil ihre Verwendung für praktische Zwecke eine seltenere ist und vor allem die üblichen Methoden ihrer Beobachtung namentlich zur Winterszeit oft grofse Schwierigkeiten bieten; die wissenschaftlich correktesten Methoden jedoch eine im allgemeinen nicht zu verlangende Vertrautheit mit schwierigeren physikalischen Beobachtungen voraussetzen.

Von solchen Stationen III. Ordnung kann man mit Vortheil auch sogenannte Versuchsfelder einrichten, indem man an besonders interessanten Punkten, deren klimatische Verschiedenheiten man studiren will, nur einige Jahre hindurch mehrere derselben funktioniren läfst, in Anlehnung an benachbarte Stationen II. Ordnung. Diese bilden auch in anderer Hinsicht den Kern des Beobachtungsnetzes, nämlich durch die lange Dauer der Beobachtungsreihen an demselben Orte, denn an mehr als 30 preufsischen Stationen wird seit dem Jahre 1848 ununterbrochen, resp. mit nur geringen Lücken beobachtet. Zwar haben die Beobachter im Laufe von mehr als 40 Jahren öfter gewechselt, indessen gehört noch jetzt ein solcher zum Stabe des Instituts, welcher fast 60 Jahre ununterbrochen regelmäfsige Ablesungen der Instrumente gemacht hat! Es ist dies eine sehr bedeutende Leistung persönlicher Hingabe an eine Thätigkeit, bei welcher die Beeinträchtigung der persönlichen Freiheit sozusagen nicht gering ist, wenn man nicht über ausreichende und zuverlässige Vertreter verfügt, und Tag für Tag, Jahr aus Jahr ein, zu genau denselben Stunden alle Ablesungen der Reihe nach vornehmen mufs.

An die Stationen IV. Ordnung werden bereits viel geringere

Anforderungen gestellt, bei ihnen genügt eine nur einmalige Ablesung der Niederschlagsmenge, sowie Aufzeichnung der Niederschläge nach Form und Zeit (an einigen derselben werden auch noch Beobachtungen über die Extremtemperaturen der untersten Luftschicht am Erdboden angestellt), weshalb dieselben auch kurzweg als „Regenstationen“ bezeichnet werden. Wenngleich dieselben also viel weniger zu leisten haben, sind die Resultate ihrer Beobachtungen darum nicht weniger werthvoll. Gerade diese Regenstationen haben neuerdings besondere Aufmerksamkeit gefunden, da allein durch eine grofse Anzahl derselben das sowohl von Jahr zu Jahr, als von Ort zu Ort ungemein veränderliche Element der Niederschläge näher untersucht werden kann, abgesehen von den praktischen Zwecken der Landwirthschaft und Technik, welche sich vielfach noch mit unzulänglichen Angaben behelfen müssen.

Als letzte Klasse sind zu nennen die Stationen, welche nur über Gewitter- und Hagelfälle berichten, sie sind die zahlreichsten, treten aber nur zeitweise in Thätigkeit und bedürfen überdies keiner Instrumente.

Mit diesem Wissen über einen nicht unbeträchtlichen Theil der Verwaltungsgeheimnisse eines Centralinstituts ausgerüstet, übersehen wir nun viel leichter die Bedürfnisse eines Netzes meteorologischer Stationen — sehen wir uns zunächst den Besitz an Instrumenten der Stationen verschiedener Ordnung etwas näher an!

Wir wenden uns nach der Abtheilung III des Institutes, welche mit einem grofsen Vorrath meteorologischer und einer Sammlung sonstiger physikalischer Instrumente zugleich ein Laboratorium zur Prüfung der Instrumente und Anstellung physikalischer Experimente verbindet und zwei grofse Räume an der Ostseite des Gebäudes einnimmt. An einem Rahmen in der Nähe des Fensters, aber gegen jede Bestrahlung der Sonne geschützt, sehen wir eine Anzahl von Barometern aufgehängt, welche mit dem Normalbarometer des Instituts verglichen werden, ehe sie an die Stationen abgehen dürfen. Dieselben präsentiren sich in ihrem einfachen grünen Lackanstrich bescheiden genug, stellen trotzdem aber die zweckmäfsigsten und zuverlässigsten „Stationsbarometer“ dar. Es sind Gefäfsbarometer mit festem Boden, aber



Fig. 1. Stationsbarometer.

reducirter Skala, d. h. die Theile der Skala sind nicht genau Millimeter, sondern in einem bestimmten Verhältnifs kleiner genommen. Hierdurch wird die Ablesung des Standes der unteren Quecksilberoberfläche dem Beobachter erspart und ist nur eine Einstellung und Ablesung nöthig. Die lange Zeit bevorzugten Heberbarometer verlangen zwei Einstellungen und haben aufserdem noch andere Nachtheile. Durch Drehung der Schraube K wird der Nonius N genau auf die obere Quecksilberfläche eingestellt, und damit die Ablesung auf 0.1 mm sofort ermöglicht. Das kleine Thermometer am Barometer Fig. 1 dient dazu, die Angaben der Instrumente auf 0° zu reduciren.

Das Instrument sieht den noch immer sehr verbreiteten Zimmerbarometern wenig ähnlich, bei diesen ist die Ausstattung das Beste daran. Denn letztere, welche als Gefäfs eine birnenförmige Erweiterung seitlich haben (sogenannte Phiolenbarometer) sind nicht geeignet, in den Bewegungen der Quecksilbersäule ein genaues Abbild der Luftdruckschwankungen zu geben. Es sind wissenschaftlich gänzlich werthlose Instrumente, und nur geeignet durch die sehr unpassend angebrachten Zusätze: schön, sehr trocken, veränderlich, Sturm, u. s. w. Verwirrung anzurichten, namentlich wenn der glückliche Besitzer eines solchen seinen Wohnort z. B. aus der Ebene ins Gebirge verlegt, und nun bemerkt, dafs sein nur für die Ebene adaptirtes Instrument auch bei schönstem Wetter nicht mehr über „Sturm" hinauswill. Die Stationsbarometer werden zum Preise von etwa 100 M. von der Firma Fuefs in Berlin vorzüglich geliefert.

Für Forschungsreisen ist ein solches Instrument allerdings unbequem, und verlangt äufserst sorgfältigen Transport — für solche Zwecke ist das Aneroidbarometer bei weitem handlicher, sofern die Angaben desselben durch andere Instrumente controllirt werden können, welche „absolute" Luftdruckmessungen gestatten.

Denn auch die besten Aneroide, wie sie z. B. für wissenschaftliche Expeditionen von Bohne in Berlin in ausgezeichneter Güte hergestellt werden, bedürfen stets der Anbringung von Correktionen an die unmittelbaren Ablesungen.

Es ist dies eine nothwendige Folge ihres Constructionsprincipes, denn in der von Vidi zuerst angegebenen Form der Aneroide (vom griechischen „naros" flüssig abgeleitet, also ohne „Flüssigkeit", nämlich Quecksilber) ist es eine luftleer gemachte elastische Metalldose, deren Zusammendrückung oder Entlastung durch den wechselnden Luftdruck mit Hilfe eines Uebertragungsmechanismus durch einen Zeiger in grofsem Ausschlage an einer Skala sichtbar gemacht wird. In diesen

Metallconstructionen müssen erstens Temperaturänderungen sich sehr störend bemerklich machen, welche auch durch die verschiedenen Compensationsvorrichtungen nicht ganz beseitigt werden können, zweitens aber bewirken starke und schnelle Luftdruckänderungen auch vorübergehende Veränderungen in der Elasticität der Metalldose. Es tritt also die Erscheinung der „elastischen Nachwirkung“ auf, deren Verfolgung weder praktisch noch theoretisch leicht ist, und daher dem Physiker immer etwas „unheimlich“ ist, da sich in ihr noch manche Geheimnisse der Molekularphysik verbergen.

Trotzdem ist diese Art der Aneroidbarometer ungemein verbreitet, schon weil sie sich wegen ihrer bequemen Uhrform als „Zimmerschmuck“ leicht verwenden lassen, während die zweite Art der Aneroide, welche die Luftdruckänderungen durch die Bewegung der freien Enden eines in der Mitte befestigten nahezu kreisförmig zusammengebogenen luftleer gemachten Metallrohres (nach Bourdon) darstellen, bei gleich compendiöser Form bisher wenig in Anwendung gekommen sind, obwohl sie vor den Dosenaneroiden sicherlich grofse Vorzüge durch ihren viel einfacheren Mechanismus haben.

Allein die Normalbarometer der Centralstellen sind so construirt, dafs sie jederzeit den wahren Luftdruck mit grofser Genauigkeit ablesen lassen, und vor allem stets in sich selbst Controllmittel auf ihre Zuverlässigkeit enthalten. In transportabler Form sind diese nach Angaben von H. Wild, Direktor des meteorologischen Netzes von Rufsland, ebenfalls von R. Fuefs als „Gefäfsheberbarometer“ construirt, und sind auch an Russischen Stationen vielfach zur Verwendung gelangt; sie gestatten eine Ablesung auf Hundertstel Millimeter Luftdruck, verlangen aber etwas sorgfältigere Behandlung als die „Stationsbarometer.“ Eigentliche Normalbarometer, welche unter Vermeidung aller Fehlerquellen mit denkbar gröfster Präcision gebaut, eine Genauigkeit der Ablesungen bis auf Tausendstel Millimeter gestatten, finden sich nur an einigen Orten vor, z. B. in Pawlowsk bei St. Petersburg, in Pulkowa, in Berlin bei der Normalaichungskommission, in Paris bei dem „Bureau internationale des poids et mesures“ u. s. w. Es sind dies ungemein complicirte Apparate, mit decimeterweiten Glasröhren, Fernrohrablesung u. s. w. welche nur einem geübten und mit ihrer Construktion vertrauten Physiker Rede stehen — jeder andre kann an ihnen durch einen ungeschickten Griff die heilloseste Verwirrung anrichten.

Es stände nun schlimm um die Resultate der Höhenmessungen unserer Forschungsreisenden, welche jetzt meist keine Quecksilberbaro-

meter mehr, als zu beschwerlich für den Transport und allzu zerbrechliche Waare, mit sich führen, wenn es zur Vergleichung ihrer Aneroidablesungen des Luftdrucks mit dem wirklich stattfindenden Luftdrucke keine anderen Instrumente als die grofsen Normalbarometer gäbe.

Dafür ist in den letzten Jahren ein ausreichender Ersatz gefunden worden, sofern man sich, wie in diesem Falle wohl selbstverständlich, mit Genauigkeiten bis auf höchstens Zehntel Millimeter begnügen will, in den Hypsothermometern. Diese bei jeder wissenschaftlichen Expedition in mehreren Exemplaren nothwendigen Apparate — behufs Vergleichung unter sich zur Verhütung gröberer Fehler, und zum etwaigen Ersatz — bestehen aus einem Thermometer, dessen Skala nur von 80° bis 101° C. reicht, und in sehr feiner Theilung ausgeführt ist. Es befindet sich in einem Siedeapparat, so dafs die Dämpfe von zum Sieden gebrachten Wasser das Thermometer völlig umgeben. Da nun der Siedepunkt aller Flüssigkeiten mit dem jeweilig stattfindenden Luftdruck variirt, hat man in der Bestimmung dieses Siedepunktes somit ein sehr bequemes Mittel zur Kenntnifs des Luftdruckes. Vorausgesetzt ist hierbei allerdings, dafs die Thermometer durch die starke Erwärmung keinerlei Veränderung erfahren — auch dies hat die fortschreitende Technik neuerdings vermeiden gelernt, und die Hypsometer, welche aus dem vorzüglichen Jenenser Glas gefertigt sind, bedürfen fast gar keiner Correktionen, geben also fast unmittelbar die aus vorhandenen Tabellen abzulesenden Luftdruckwerthe.

Es genügen also öftere Vergleichungen eines Siedethermometers und der Aneroide, bei Gebirgserforschungen müssen aber solche täglich mindestens einmal gemacht werden, um über die sogenannte „Standcorrektion“ der mitgeführten Aneroide resp. die Veränderungen dieser Correktionen genau Buch zu führen, und hiernach bei der späteren Berechnung der Beobachtungen über das Verhalten der Aneroidbarometer und ihre Zuverlässigkeit völlig unterrichtet zu sein. Ein gutes Aneroid ist ein sehr nützliches, vor allem sehr bequemes Instrument, welches ohne Bedenken bei den gefährlichsten Bergbesteigungen mitgeführt werden kann, es ist aber auch ebenso theuer als ein Stationsbarometer. Wir werden eine weitergehende Anwendung des Princips der Aneroide bald kennen lernen. Uebrigens pflegt man solche Instrumente vor einer Reise im Laboratorium bereits auf ihr Verhalten bei verschiedenem Luftdruck resp. schnellen Aenderungen desselben, wie bei Bergbesteigungen zu prüfen, und wiederholt diese Prüfung gewöhnlich nach der Reise, um zu erfahren, welchen Einflufs die erlittenen Luftdruckveränderungen auf die zuvor ermittelten Werthe

der Correktionen gehabt haben. Ein solcher Apparat, der mit Hilfe einer Luftpumpe gestattet, beliebige Luftverdünnungen hervorzurufen, befindet sich ebenfalls im Meteorologischen Institut.

Wir wollen aber zu unseren Stationen II. Ordnung zurückkehren, zu deren ferneren Obliegenheiten die Bestimmung der Lufttemperatur gehört. Wir werden nun an einen fensterartigen Bau geführt, vor welchem ein glänzend weifsgestrichenes Gehäuse an einem drehbaren Gestell befestigt ist. Eine Zugstange A. (Fig. 2) ragt in den Fensterrahmen hinein, wir ergreifen dieselbe und ziehen sie heran. Während dieser Bewegung erfährt das Gehäuse H eine Drehung und öffnet sich vollständig, während seine Oeffnungen vorher durch die Vorsetz-

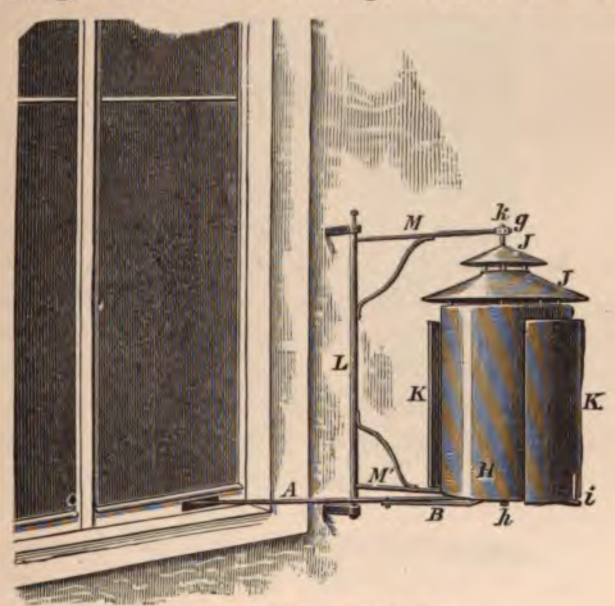


Fig. 2. **Thermometergehäuse.**

Schalen K verdeckt waren. Wir können nun, ohne das Fenster öffnen zu müssen, bequem die im Gehäuse vor Strahlung und Benetzung durch Regen geschützten Thermometer ablesen, wie Figur 3 deutlich erkennen läfst.

In dieser Figur sehen wir noch zwei Schirme aus Zinkblech N und N', zu beiden Seiten des Gehäuses verstellbar angebracht, um in Fällen, wo das an der Nordwand eines Gebäudes vorschriftsmäfsig befestigte Gehäuse während des Sommers dennoch etwa seitlich von der Morgen- oder Abendsonne getroffen wird, vor Sonnenstrahlung zu schützen.

Diese Aufstellung an der Nordwand eines Hauses ist die vom

meteorologischen Institut eingeführte Normalaufstellung, welche für die Beobachter sicherlich grofse Annehmlichkeiten bietet — nach den sehr eingehenden Vergleichungen aller vorkommenden Thermometeraufstellungen, welche im Jahre 1886 von Beamten des Instituts in Grofs-Lichterfelde ausgeführt wurden, sind die bei ihr auftretenden Fehler von so unerheblichem Betrage, dafs diese Hausaufstellung bei zweckmäfsiger Wahl des Beobachtungsortes ebenso gute Resultate giebt, wie eine Aufstellung der Thermometer in freistehenden Hütten mit jalousieartig construirten Holzwänden, welche in anderen Staaten, z. B. in Russland, England und Frankreich die Normalaufstellung bilden.

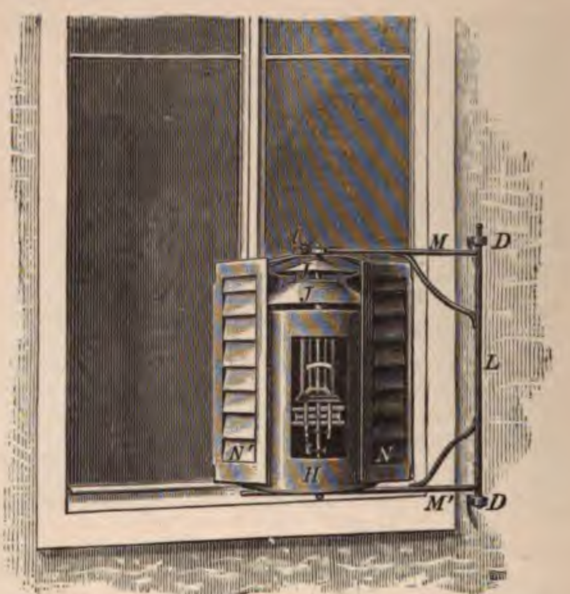


Fig. 3. **Thermometergehäuse mit Schirmen.**

Wir sehen im Gehäuse zwei Thermometer senkrecht angebracht, es sind schon sehr feine Instrumente, in $^1/_5{}^0$ getheilt, wenn auch keine Normalthermometer, deren nur das Centralinstitut benöthigt; bei dem einen ist die Kugel mit Musselin umwickelt, welcher angefeuchtet erhalten wird. Die an dieser Kugel stattfindende Verdunstung des Wassers erzeugt eine Abkühlung, aus der Differenz beider Thermometerablesungen läfst sich mit Hilfe von Tabellen die Feuchtigkeit der Luft, d. h. ihr Wasserdampfgehalt sofort bestimmen. Es ist dies das Verfahren, welches August angegeben hat, es liefert nur Angaben mäfsiger Genauigkeit, namentlich im Winter, wo die Verdunstung einer sehr dünnen Eishaut beobachtet werden mufs, und ist daher bei we-

niger sorgfältigen Beobachtern von bescheidenem Werthe. Es giebt aber keine bessere Methode, die mit so einfachen Mitteln ausführbar wäre, daher sie in der ganzen Welt vorzugsweise im Gebrauch ist.

Ueberhaupt ist die Bestimmung der wahren Lufttemperatur, und damit auch der Luftfeuchtigkeit, ein Problem, das erst in den letzverflossenen Jahren als gelöst betrachtet werden kann. Man scheint in früheren Jahrzehnten sich wenig Rechenschaft über die nothwendigen Bedingungen gegeben zu haben, und war z. B. oftmals mit Aufstellungsorten der Thermometer zufrieden, welche heutzutage als gänzlich unzulässig erklärt werden müssen. Zwar hat man oft bei einem richtigen Gefühl für das Nothwendige auch früher gute Temperaturbestimmungen erzielt; und wirklich geben sogar ganz frei an einer Hauswand aufgehängte Thermometer, sofern sie nur vor Sonnenstrahlung oder Rückstrahlung benachbarter Gebäude geschützt sind, und das Haus selbst frei gelegen ist, durchaus brauchbare Resultate.

Wie aber, wenn Temperaturbestimmungen der Luft nicht an einer vor Strahlung geschützten Station, sondern in freier Luft, im vollen Sonnenbrande angestellt werden sollen? Wenn an heifsen Sommertagen mit grofser Gelehrsamkeit berichtet wird, es sei im Schatten soviel, in der Sonne aber so und soviel Grad Wärme, dann erfährt man bei der zweiten Angabe eigentlich nichts Gescheidtes, denn da haben wir keine Lufttemperatur mehr, sondern eine mehr oder weniger grofse Portion direkter Erwärmung durch Sonnenstrahlung dabei! Letztere wird aber durch Thermometer mit geschwärzter Kugel im luftleeren Raum oder besser durch die verschiedenen Aktinometer gemessen. Wie aber schafft man nun diese störende Sonnenstrahlung fort, um im vollen Sonnenschein doch Lufttemperaturen zu bestimmen, wenn man keine im Schatten stehende Hauswand und keine Hüttenaufstellung in der Nähe hat?

Vielfach benutzt man hierzu das Schleuderthermometer (thermomètre frondé, string thermometer), bei welchem durch schnelle Rotation das Thermometer auf die Temperatur der umgebenden Luft abgekühlt wird. Dies Verfahren giebt auch ganz zuverlässige Resultate, ist indefs unbequem, schon durch das hierbei häufig vorkommende Zerschlagen des Instruments. Die Frage wurde dringend, als es sich darum handelte, in Luftballons, wo Schatten kaum zu haben ist, Bestimmungen der Lufttemperatur anzustellen, welche begreiflicherweise von höchstem Interesse für die meteorologische Forschung sind. Dieses Problem ist nach vielen Bemühungen durch Dr. Afsmann vollkommen befriedigend gelöst worden, und zwar durch die glückliche

Anwendung eines Princips, welches auf einem der wichtigsten Felder der Industrie von so enormer Bedeutung ist. Wie nämlich die ausgiebige Ventilation der engen Schächte, Förder- und Abbaustrecken in den Steinkohlenbergwerken nur auf künstlichem Wege möglich ist, indem die durch Dampfkraft gedrehten Centrifugalventilatoren die Luft aus dem Bergwerk heraussaugen, und so unter der Erde eine Luftverdünnung erzeugen, welche die beständig von der Erdoberfläche nachströmende Luft auszufüllen sich bestrebt, so wird in dem sehr handlichen, leicht transportablen Afsmannschen Aspirationsthermometer durch einen kleinen Centrifugalventilator, welchen ein Uhrwerk in Bewegung erhält, die Luft an dem Thermometergefäfs mit stets gleicher Geschwindigkeit vorbeigeführt innerhalb eines Rohres, in welches das Thermometergefäfs hineinragt. Dieses Rohr ist blank polirt und vernickelt, um jede Strahlung auszuschliefsen, und ist von einem weiteren ebenfalls hochpolirten Metallrohr umgeben, welches gleichzeitig mit dem inneren Rohr ventilirt wird. Durch diese Einrichtung ist also jede Erwärmung durch Strahlung ausgeschlossen — wie sich beweisen liefs, indem das äufsere Rohr durch dasselbe umspülendes heifses Wasser erwärmt wurde und dennoch keine Erhöhung der Temperatur eintrat. Zugleich ist auch für stetige Lufterneuerung gesorgt, wie beim Schleuderthermometer und den übrigen Thermometeraufstellungen, wo freilich der Wind die Ventilation besorgen mufs — herrscht Windstille, dann können bei letzteren ziemliche Abweichungen von der wirklichen Temperatur vorkommen, welche namentlich die Feuchtigkeitsangaben empfindlich beeinflussen.

Die beiden in Fig. 3 im Gehäuse horizontal gelagerten Instrumente sind die Extremthermometer, das obere ein Maximumthermometer (nach Negretti und Zambra), welches unmittelbar über dem Gefäfs eine Verengerung des Kapillarrohres enthält, so dafs bei steigender Temperatur das Quecksilber zwar ausfliefsen kann, bei sinkender aber nicht von selbst in das Gefäfs zurückkehrt. An der Verengerung zerreifst vielmehr der Faden und bleibt in derselben Lage, welche er bei der höchsten Temperatur eingenommen hat. Das untere Thermometer ist ein Alkoholthermometer (nach Rutherford) und dient zur Angabe des Minimums der Temperatur, das durch einen kleinen Glasstift angezeigt wird, den der Alkohol beim Zurückgehen mitnimmt und an der zuletzt erreichten Stelle liegen läfst.

Fast überall werden nur 3 mal täglich Ablesungen der Instrumente vorgenommen, in Preufsen, Oesterreich, Frankreich um 7 Uhr Morgens, 2 Uhr Nachmittags, 9 Uhr Abends. Zuerst kommt das Barometer daran,

dann wird das Thermometergehäuse herangezogen, das trockene und befeuchtete Thermometer abgelesen, am Abend auch die beiden Extremthermometer und beide für die nächsten 24 Stunden neu eingestellt, so dafs sie die gleiche Temperatur wie das trockene Thermometer angeben. Nun wird die Windrichtung an der Windfahne abgelesen, was keine Schwierigkeiten hat, wenn dieselbe eine „durchgehende" ist, d. h. wenn die Axe derselben bis zum Zimmer des Beobachters reicht, und die Bewegung der Fahne durch einen Zeiger, der auf einer richtig orientirten Windrose läuft, sichtbar gemacht ist. Die Windstärke wird meist nach dem Gefühl, den Bewegungen des Rauches und der Bäume geschätzt nach der 12-theiligen Scala, welche der englische Admiral Beaufort zuerst auf See angewandt hat. Daher schätzen die Landratten gewöhnlich viel zu hoch, und ein starker Wind, der von manchem in der Ebene hausenden Beobachter als starker Sturm mit Nummer 10 in die Tabelle eingetragen wird, würde einem Seemann kaum eine 7 entlockt haben.

Aehnliche Subjektivitäten kommen wie bei allen Schätzungen auch bei der Schätzung der Bewölkung in Zehnteln der bedeckten Himmelsfläche zu Tage. Wenn man nun auch Apparate hat, um die Windgeschwindigkeit durch Apparate selbstthätig aufzeichnen zu lassen (Schalenkreuz nach Robinson), so ist man leider in Bezug auf die Bewölkung über die ersten Versuche photographischer Registrirungen nicht hinausgekommen, hier ist also noch manches zu leisten.

Ferner hat der Beobachter entweder an allen drei Terminen oder nur am Morgen die Menge des gefallenen Regens oder Schnees zu bestimmen, er mufs also zu diesem Zwecke ins Freie gehen, da der Regenmesser eine möglichst freie Aufstellung am Erdboden verlangt. Rechnet man hinzu, dafs der Witterungsverlauf während des Tages in seinen Hauptzügen zu notiren ist, etwa auftretende Gewitter aufmerksam zu beobachten und in besonderen Schematen zu melden sind, dafs ferner die Beobachtungen jedes Tages reducirt und in vorgeschriebener Form berechnet allmonatlich an das Centralinstitut abzuliefern sind, so mufs man sagen, dafs ein Beobachter an einer solchen Station II. Ordnung immerhin diesem Nebenamt genügende Gelegenheit zur Beschäftigung findet.

In dem „Signal Service" der nordamerikanischen Union, wo der Wetterdienst bisher vom Kriegsministerium ressortirte, hat man für die telegraphisch correspondirenden Stationen sogar eigens angestellte Militärbeamte. Dies ist auch ganz verständlich, wenn man bedenkt, dafs dieselben nicht allein dreimal tägliche Beobachtungen zur Orts-

zeit zu machen haben, sondern für die telegraphischen Meldungen auch Simultanbeobachtungen zu Washingtoner Zeit, was bei einem so ausgedehnten Gebiet wie Nordamerika durchaus unumgänglich ist. Aufserdem liegen ihnen aber auch die Veröffentlichungen und Verbreitungen der vom Centralamt erhaltenen Wetterprognosen ob, so dafs ihr Arbeitspensum sehr viel reichhaltiger ist als bei uns, wo von Wetterprognosen bisher noch kaum die Rede gewesen ist.

Da nun doch Fälle vorkommen, dafs Termine nicht innegehalten werden können durch unvorhergesehene Behinderung des Beobachters, durch Krankheit u. s. w., und so entstehende Lücken in den Reihen sehr störend sind, so mufste man die Erfindung der meteorologischen Registrirapparate als einen grofsen Fortschritt begrüfsen, da man nun wenigstens bei den wichtigsten meteorologischen Elementen in der Lage war, einen solchen Ausfall der Terminablesung durch die automatische Registrirung decken zu können. Es wäre das aber nur ein sehr kleiner Gewinn gewesen, der Hauptvortheil dieser Apparate liegt vielmehr in der genauen Kenntnifs der täglichen Periode, die jedes meteorologische Element mehr oder weniger deutlich aufweist, und über welche man sich früher nur nothdürftig durch Reihen mehrstündlicher, in selteneren Fällen stündlicher Beobachtungen zu unterrichten vermochte. Die Besonderheiten dieser täglichen Veränderungen studiren zu können, bietet aber viele Vortheile, namentlich wenn man die Registrirungen ununterbrochen erhalten kann, und nicht etwa nur in Intervallen, also wie die älteren Instrumente dieser Art von Stunde zu Stunde, oder etwa alle Viertelstunden. Namentlich bei der Weiterentwicklung der Lehre vom „Wetter" hat sich die genauere Kenntnifs der täglichen Periode fruchtbringend erwiesen. Jedenfalls ist es aber sehr instruktiv und überaus bequem, durch einen ruhig fortarbeitenden Apparat die Aenderungen des Luftdrucks, der Temperatur, Feuchtigkeit, der Windgeschwindigkeit und Richtung, der Dauer und Stärke des Regenfalls aufzeichnen zu lassen und diese Zeichnungen miteinander zu vergleichen, als aus wenigen Beobachtungen am Tage Schlüsse zu ziehen, die nothwendig unvollkommen sind, oder eben Tag und Nacht mit Ablesungen der Instrumente hinbringen zu müssen.

Schon lange hat das leise Ticken einer Anzahl von Uhren, welche in Glaskästen an einer Wand des grofsen östlichen Eckzimmers angebracht sind, uns unwillkürlich an einen Uhrmacherladen erinnert, indessen belehrt uns eine aufmerksamere Betrachtung derselben, dafs diese Uhren nicht ihrerselbst wegen da sind, sondern nur als zeitmessender Motor dienen. Wir stehen einer ganzen Sammlung

selbstthätiger Registririnstrumente gegenüber, welche sämtlich von dem Vorsteher der Abtheilung III, Dr. A. Sprung ersonnen und mit dem Mechaniker R. Fuefs gemeinsam construirt worden sind.

Bei ihnen allen ist trotz der in Wirklichkeit ziemlich complicirten praktischen Ausführung die geniale Einfachheit des ihrer Konstruction zu Grunde gelegten Gedankens bewundernswerth — Luftdruck, Temperatur, Windrichtung und Windstärke, Niederschlag werden von diesen Automaten nicht allein in sehr bequemen, leicht für die Veröffentlichungen in Zahlen umzusetzenden Notirungen aufgezeichnet, sondern auch in einer von Korrektionen freien Form. Diese Genauigkeit und Freiheit von störenden Einflüssen ist ein besonderer Vorzug der Sprungschen Apparate.

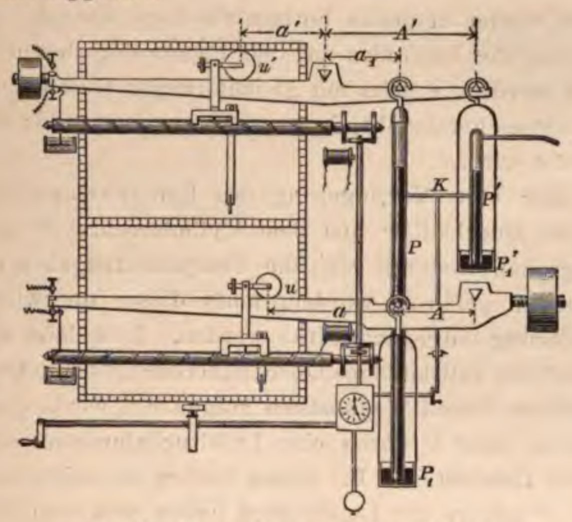


Fig. 4. Thermobarograph von Sprung.

Versuchen wir mit Hilfe der schematischen Zeichnung Fig. 4 uns eine Vorstellung von der Wirkungsweise des Thermobarographen zu verschaffen. Durch denselben Apparat werden hier Luftdruck und Temperatur auf zwei übereinanderstehenden Tafeln mit Hilfe von Schreibfedern aufgezeichnet, welche an einem „Laufgewicht" befestigt sind. Die Anwendung des Princips der römischen Wage oder Schnellwage ist es nämlich, welche die Aufzeichnung bewirkt.

An dem einen Ende des Wagebalkens ist der empfangende Theil des Apparates aufgehängt, dessen Gewichtsveränderungen durch das auf dem anderen Ende sich hin- und herbewegende Laufrad beständig wieder balancirt werden, so dafs der Wagebalken in Wirklichkeit horizontal bleibt.

Das cylindrische Glasrohr P', an dem hier nicht abgebildeten Gerüst befestigt, ist durch ein oben angedeutetes dünnes Bleirohr mit einem Kupfergefäfs verbunden, welches etwa 3 Liter Inhalt hat, und mit reinem Stickstoffgas gefüllt ist. Als thermometrischer Körper mufs letzteres ebenso sorgfältig aufgestellt werden, wie jedes andere Thermometer. Mit dem unteren offenen Ende taucht nun das Glasrohr P' in ein eisernes Quecksilbergefäfs P_1', welches in einer Wageschale am rechten Ende des oberen Wagebalkens aufgehängt ist. Vergröfsert sich nun durch Erwärmung die Spannkraft des eingeschlossenen Stickstoffgases, so wird ein Theil des Quecksilbers aus P' in P_1' hineingetrieben, wodurch dieses Gefäfs schwerer wird, das Gleichgewicht wird aber durch das Laufrad u' wieder hergestellt, wodurch der Wagebalken sofort wieder in genau horizontale Lage kommt. Indessen ist diese Bewegung des Laufrades auf dem Papier der oberen Tafel genau abgezeichnet worden, welche mit gleichförmiger Geschwindigkeit von oben nach unten herabsinkt, indem sie als treibendes Gewicht der Uhr verwendet wird.

Weil aber eine Verringerung des Luftdruckes ebenfalls ein Austreten von Quecksilber aus dem Cylinderrohre P' in das Gefäfs P'_1 zur Folge hat, wodurch also die Temperaturangaben durch Luftdruckänderungen gefälscht würden, mufs dieser unerwünschten Gewichtsveränderung entgegengewirkt werden. Dies läfst sich dadurch erreichen, dafs ein vollständiges Quecksilberbarometer mit weitem Rohr P, an demselben oberen Wagebalken aufgehängt wird. Sinkt nun das Quecksilber im Rohr P durch eine Luftdruckabnahme, so verringert sich auch das Gewicht von P. Diese beiden Gewichtsveränderungen von P' und P infolge des Luftdruckes heben sich also völlig auf, so dafs das Laufgewicht u' also nur durch Temperaturänderungen in Gang gesetzt werden kann.

Da nun das Barometerrohr einmal da ist, kann es auch gleich mit der Registrirung des Luftdruckes beauftragt werden. Dies wird in ingeniöser Weise dadurch erreicht, dafs das Barometergefäfs P_1 an einem zweiten Wagebalken A ebenfalls aufgehängt wird, und seine Gewichtsänderungen durch ein zweites Laufrad u auf einer zweiten Tafel vermerkt werden.

Trotzdem also die beiden Quecksilbersäulen in beständiger Bewegung sind, bemerkt man dennoch bei dem leichten meist sehr allmählichen Hin- und Hergleiten der Laufräder keinerlei Bewegung des Apparates. Den weiteren Mechanismus des Apparates, der ausschliefslich der korrekten Führung der Laufräder dient, wobei auch Elektro-

magnete mitwirken müssen, wollen wir hier übergehen. Bisher sind nur zwei solcher vollständiger Thermobarographen in Thätigkeit, nämlich in der Wetterwarte der Magdeburger Zeitung und dem Observatorium der Königl. Gewehr-Prüfungs-Kommission zu Spandau. Im Meteorologischen Institut ist nur der als Barograph wirkende Theil aufgestellt worden, da für den Thermographen die örtlichen Verhältnisse zu ungünstig liegen.

Erwähnen wollen wir nur noch den hinter beiden Quecksilbersäulen angebrachten Klopfer K, der alle 2 Minuten von der Uhr in Thätigkeit gesetzt wird, um durch eine kurze Erschütterung beider Rohre das Anhaften des Quecksilbers an den Glaswänden zu überwinden.

Dieser Sprungsche Thermobarograph ist das bisher vollkommenste Registririnstrument für Druck und Temperatur der Luft, indessen läfst der sehr hohe Preis desselben und die eine sorgfältige Behandlung erheischende Feinheit des Mechanismus, sowie die Anwendung des elektrischen Stromes einfache und leichtere Apparate für gröfsere Verbreitung erwünscht erscheinen.

Solche finden sich auch in den bekannten Richardschen Registrirapparaten, welche für alle möglichen wissenschaftlichen und technischen Zwecke bereits die ausgedehnteste Anwendung gefunden haben. Der Barograph von Richard Frères besteht aus 8 übereinandergesetzten Aneroiddosen, deren Formänderungen durch ein Hebelwerk in etwa 50-maliger Vergröfserung auf eine mit Papier belegte Walze übertragen werden, welche durch ein Uhrwerk alle Woche einmal eine ganze Umdrehung erfährt — eine Bequemlichkeit gegenüber den grofsen Instrumenten, welche täglich aufgezogen werden müssen. In zierlichem Bilde giebt der Apparat die Luftdruckänderungen in kontinuirlicher Kurve wieder, deutlich genug, um die besonders bei Gewittern auftretenden plötzlichen Aenderungen des Luftdruckes, die sogenannten „Gewitternasen" zu erkennen. Die Mängel der Aneroide haften natürlich auch diesem Instrumente an, indessen kann man sich durch öftere Vergleichung mit absoluten Luftdruckangaben über seine Fehler unterrichten. Für die Wettervorhersagung ist es schon darum sehr werthvoll, weil man mit einem Blick den Gang des Luftdruckes übersieht, ohne öftere Notizen machen zu müssen. Seine Bedienung erfordert sehr wenig Mühe, nur alle Woche einmal braucht man sich um ihn zu kümmern, so dafs es auch in den Händen von Laien nützliche Dienste leistet.

Aehnlich ist der Thermograph construirt, sein Aufnahmegefäfs

besteht aus einem mit Alkohol gefüllten Bourdonrohr, dessen Formveränderungen durch Temperatureinflüsse registrirt werden; die grofse Einfachheit dieser Richardschen Automaten und ihr verhältnifsmäfsig geringer Preis sind ihrer Verbreitung besonders förderlich. Wir finden sie in mehrfachen Exemplaren im Meteorologischen Institut; auch wichtige und interessante Stationen wie die Schneekoppe, der Inselsberg u. a. haben solche erhalten.

Doch sehen wir auch die übrigen Registrirapparate ein wenig näher an! An der Wand laufen ganze Systeme von Drähten entlang, welche mehrere Apparate auf dem Dache des Gebäudes mit den aufzeichnenden Theilen in Verbindung setzen. Hier ist zunächst ein registrirender Regenmesser, vorsichtig wie alle anderen Registrirapparate in geschlossenem Glaskasten untergebracht. Der neben ihm hängende automatische Registrator der Geschwindigkeit und Stärke des Windes gleicht ihm bis auf einige Zusätze völlig, und wirklich werden Windgeschwindigkeit und Regen genau in derselben Weise notirt. Die Besonderheit beider Apparate besteht in einer wesentlichen Verbesserung der Aufzeichnungen, deren Stundenmengen, welche meist gebraucht werden, ohne jede Rechnung mit Hilfe eines Mafsstabes sofort in Zahlen umgewandelt werden können. Bei diesen ist von dem bei allen sonstigen Registrirungen benutzten, oben öfter erwähnten Princip des Chronographen abgesehen worden. Wenn nämlich die Uhr ihre Stundenmarken immer in gleichen Abständen aufträgt, so kann es vorkommen, dafs die Marken, welche einer bestimmten Anzahl von Umläufen des vom Winde getriebenen Schalenkreuzes entsprechen, bei stürmischem Wetter sehr enge auf einander folgen, und ihre Auszählung fast unmöglich wird, daher die Fehler in der Bestimmung der Windgeschwindigkeit mit dem Anwachsen derselben sehr stark zunehmen. Werden dagegen die Zeitmarken der Uhr sehr weit auseinandergerückt, so liegen bei kleinen Windgeschwindigkeiten die Marken der Umdrehungen sehr weit und die Ablesung sehr erschwerend auseinander, und es findet ein bedeutender, ganz unnützer Verbrauch an Papier statt. Noch mehr gilt dies für Registrirungen des Regenfalles, da starke Regengüsse selten sind, Trockenperioden von mehreren Tagen oder Wochen dagegen häufiger.

Diese Uebelstände werden dadurch beseitigt, dafs durch den Einflufs des meteorologischen Elementes selbst der Papierstreifen vorangerückt wird. Indem die Uhr auf den schneller oder langsamer laufenden Streifen einen Stundenstrich zieht, ist die Stundenmenge der Windgeschwindigkeit oder des Regenfalles dem Papierstück zwischen

zwei Stundenstrichen proportional. Das Uhrwerk in Fig. 5 dient dazu, die Schreibfeder F, welche an der Schiene S befestigt ist, in einer Stunde von rechts nach links über den Papierstreifen P hinüberzuschieben. Wird nun nach einer bestimmten Zahl von Umläufen durch das Schalenkreuz ein elektrischer Strom geschlossen, so wird durch den Elektromagneten E, der das Echappement A in Thätigkeit setzt, das Zahnrad A' ein wenig gedreht, und der unten beschwerte Papierstreifen sinkt etwas abwärts. Die Notirungen der Feder sehen daher

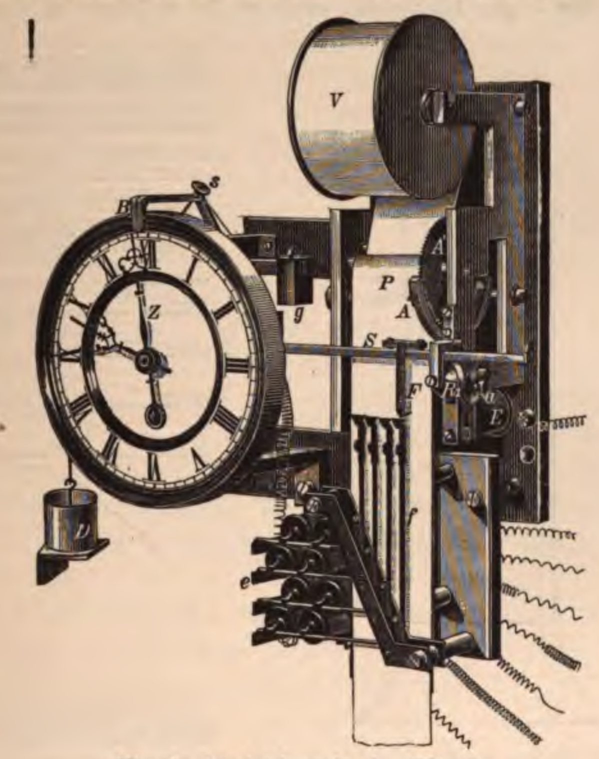


Fig. 5. **Registrirwerk des Windes.**

wie kleine Treppenstufen aus. Am Ende jeder Stunde hebt der Minutenzeiger Z, indem er an der Backe B vorbeistreicht, die Rolle R, etwas an, wodurch die Schiene S zurückgleitet und dabei die Feder eine grade Linie über das Papier hinzieht. Sollten längere Zeit gar keine Bewegungen im Apparat vorkommen, so würden diese Stundenlinien immer an derselben Stelle entstehen, und man schliefslich über die verflossene Zeit keine Auskunft erhalten können. Gegen diesen Uebelstand ist dadurch Vorsorge getroffen, dafs, wenn auch keine Bewegung stattgefunden hat, dennoch alle Stunde der Streifen P um eine

kleine Strecke selbstthätig herabgezogen wird. Windstille (beim Regenmesser entsprechend Trockenheit) wird also durch eine sehr exakte gradlinige Schraffirung des Streifens augenfällig gezeichnet, man braucht nur die Striche zu zählen, um ihre Dauer in Stunden anzugeben.

Das Auffangegefäfs für den Regen von genau 500 Quadratcentimeter Oeffnung (Fig. 6), welches im Freien aufgestellt ist, läfst durch den Trichter T das Regenwasser in die aufwärts gerichtete Abtheilung der Wippe W fallen. Wenn genau $^1/_{10}$ mm Regenhöhe niedergegangen sind, kippt die Wippe herab und entleert ihren Inhalt in das Sammel-

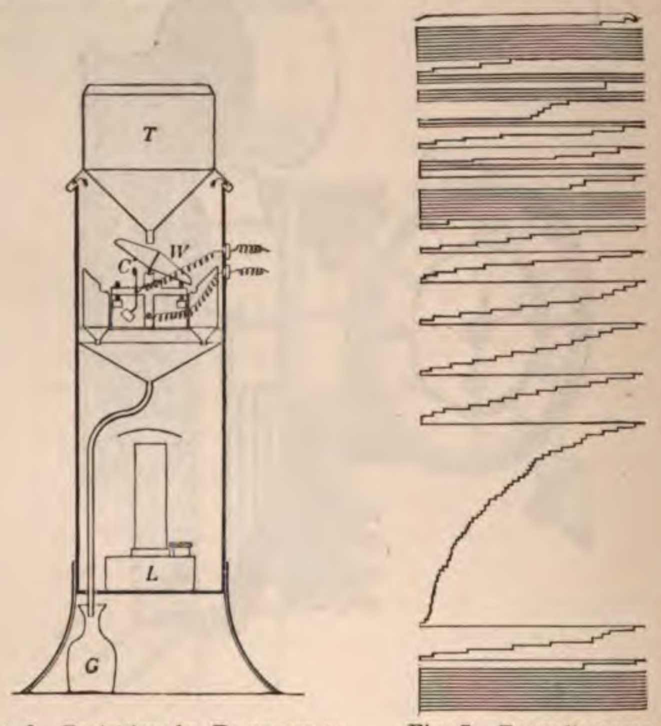


Fig. 6. **Registrirender Regenmesser.** Fig. 7. **Regendiagramm.**

gefäfs, während dabei zugleich in C ein Strom geschlossen wird, welcher den Elektromagneten E in Fig. 5 in Thätigkeit setzt. Nun füllt sich die andere Abtheilung der Wippe und so setzt sich das Spiel während des Regenfalls fort, je heftiger der Regen ist, desto enger folgen die Marken aufeinander.

Das Diagramm Fig. 7 ist eine photographische Wiedergabe der Aufzeichnungen zweier Regentage, ein starker Regengufs markirt sich in der feingezähnten Linie sehr augenfällig. In Fig. 6 bedeutet ferner L eine Lampe, um im Winter den fallenden Schnee sofort aufzu-

thauen. Die Sammelflasche G dient dazu, um die Summe der Gesammtmenge innerhalb einer gewissen Zeit mit der Summe der Einzelnotirungen vergleichen zu können und sich zu überzeugen, dafs der Apparat nicht etwa unterwegs eine Unterschlagung der Regenmenge begangen hat.

Bei dem Registrirwerk des Windes Fig. 5 sehen wir nun noch 4 Federn f unterhalb derjenigen F, welche die Geschwindigkeit desselben (resp. bei dem ersten Apparat den Regen) notirt. Diese dienen dazu, um eine laufende Darstellung der Windrichtungen zu erhalten. Vier Leitungsdrähte endigen unterhalb der auf dem Dache befestigten Windfahne in vier von einander isolirten Viertelkreisen aus Messing. Ein Achtelkreis aus Messing ist mit der Axe der Windfahne fest verbunden, indem er nun über die 4 isolirten Quadranten schleift, schliefst er entweder einen oder zwei Kontakte, so dafs von den 4 Schreibfedern im Zimmer eine oder zwei gleichzeitig um 2 mm nach rechts und wieder zurückgleiten. Sie schreiben zur besseren Unterscheidung von der Geschwindigkeitsregistrirung mit andersfarbiger Tinte. Man glaube nun nicht, dafs 4 Federn doch zu wenig für genaue Richtungsbeobachtungen seien, denn sowie die Fahne um die 4 Hauptzwischenrichtungen (Nordost u. s. w.) spielt, schreiben 2 Federn gleichzeitig. Man kann sogar z. B. für den Zeitraum einer Stunde noch gut in 16 Richtungen die vorherrschende Windrichtung angeben, denn ein SSW-Wind wird sich dadurch erkennbar machen, dafs die S-Feder andauernd, die W-Feder dagegen nur ab und zu ihre kleinen Querstriche macht.

Auch diese eleganten Apparate verdanken der fruchtbaren Zusammenarbeit der Herren Dr. Sprung und R. Fuefs ihre Entstehung. Nach Betrachtung dieser allerneuesten Konstruktion aber haben wir uns an Apparaten satt gesehen, und wenden uns daher den noch übrigen Sehenswürdigkeiten des Instituts zu. Diese sind zwar mit dem Laboratorium zum gröfseren Theile erschöpft, doch bleibt noch manches Interessante übrig.

(Schlufs folgt.)





Ueber einige Fortschritte der physikalischen Chemie.

Von **Dr. Fock** in **Berlin.**

Wie die Natur selbst, so bildet auch die Wissenschaft von derselben ein „einziges Ganzes". Zwar wird man immer aus praktischen Gründen einzelne Disciplinen unterscheiden müssen, aber in dem Maſse als die Forschung sich erhebt, schwinden die betreffenden Grenzmarken und immer mehr und mehr zeigt sich, daſs jegliche Theilung doch nur eine künstliche ist.

Im besonderen gilt dies auch von den Schwesterdisciplinen der Physik und der Chemie. Beide, sowohl die Physik als auch die Chemie, glichen schon längst wohlbebauten Ländern mit hoher Cultur und Civilisation.

Zwischen beiden aber erstreckte sich eine verhältniſsmäſsig öde Gegend, herrenlos und wenig beachtet. Nur einzelne Grenzbewohner versuchten hier schüchtern den Anbau. Ergaben sich auch in manchen Fällen recht erfreuliche Resultate, so wurde doch nichtsdestoweniger das Land im groſsen und ganzen für minderwerthig erachtet. Man hatte sich indessen arg getäuscht.

An dem Boden fehlte nichts, wohl aber fehlte es an der richtigen Behandlungsweise. Nachdem man jetzt diese aufgefunden hat, erweist sich das Grenzgebiet von besonderer Fruchtbarkeit, und trotzdem die Zahl der Ansiedler bislang eine geringe ist, steht zu erwarten, daſs es schon in kürzester Zeit die Nachbarreiche in Hinsicht auf Cultur und Civilisation erreichen, ja vielleicht überflügeln wird.

Die Erfolge, welche auf dem Grenzgebiete der Physik und Chemie, der sogenannten physikalischen Chemie vorliegen und zu solchen Hoffnungen berechtigen, sind hauptsächlich durch ein sorgfältiges Studium der Lösungen gewonnen worden. Unter einer Lösung versteht man bekanntlich ein homogenes Gemenge zweier oder mehrerer Körper, in welchem durch mechanische Mittel keine Trennung der Antheile hervorgerufen werden kann. Die Fähigkeit, derartige Gemenge

zu bilden, ist bei den Gasen allgemein und unbeschränkt. Sobald aber einer der Bestandtheile eine Flüssigkeit ausmacht, stellen sich bereits bestimmte Grenzen und Gesetze ein. Am wichtigsten sind aber die Mischungen der festen Körper mit Flüssigkeiten.

Bis vor wenigen Jahren herrschten über die Natur und das Wesen der Lösungen noch die widersprechendsten Ansichten. Trotz der zahlreichen diesbezüglichen Untersuchungen war es nicht möglich gewesen, das allgemeine Gesetz zu erkennen, welches alle Lösungen ohne Ausnahme beherrscht. Nach dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft ist dies freilich leicht erklärlich, denn die gewöhnlichsten Lösungen, und das sind die wässrigen Salzlösungen, zeigen ein eigenthümliches Verhalten, welches nach den bisher üblichen Anschauungen der Chemie dem allgemeinen Gesetz widerspricht. Es bedurfte also erst einer gewissen Reform unserer chemischen Grundanschauungen, bevor jenes Gesetz zur Anerkennung gelangte; aber eine derartige Reform, ja selbst die Einleitung derselben, stöfst naturgemäfs immer auf grofse Schwierigkeiten.

Für die Auffindung des allgemeinen Grundgesetzes der Lösungen war namentlich auch eine specielle Eigenschaft der Lösungen mafsgebend, welche in Sonderheit die Botaniker interessirt und deshalb auch von diesen zuerst eingehender studirt worden ist. Es ist dies der sogenannte „osmotische Druck“, welcher allen Lösungen ohne Ausnahme zukommt und sich in der mannigfachsten Weise äufsert.

Giefst man z. B. auf eine Lösung von Zucker in Wasser vorsichtig eine Schicht reinen Wassers, so bleibt die Vertheilung der Körper nicht in diesem Zustande. Auch bei vollständigster Ruhe des Gefäfses beginnt sich der Zucker entgegen der Schwere emporzuheben und sich in dem Wasser zu verbreiten, und diese Bewegung hört erst auf, wenn die Vertheilung des Zuckers durch die ganze Flüssigkeit eine gleichförmige geworden ist. Selbst wenn man das Wasser und die Zuckerlösung durch eine poröse Wand, z. B. die thierische Haut oder eine poröse Thonplatte trennen wollte, würde sich doch alsbald eine Vermischung einstellen, da ja dergleichen Wände bekanntlich für Lösungen durchlässig sind.

Es giebt nun aber eine gewisse Art von halbdurchlässigen Wänden, welche dem Durchgang des Wassers kein Hindernifs entgegenstellen, dagegen den gelösten Stoff zurückhalten. Eine derartige Wand erhält man z. B., wenn man eine poröse Thonzelle, wie sie sonst zur Herstellung galvanischer Elemente benutzt wird, zunächst mit einer Lösung von Kupfersulfat tränkt und sodann mit gelbem Blutlaugensalz behandelt.

In der Thonwand bildet sich unter diesen Verhältnissen eine zusammenhängende Schicht von Kupfereisencyanür, welche das Durchtreten der gelösten Moleküle verhindert, nicht aber den Wassermolekülen den Weg versperrt. Auch andere Niederschläge bringen eine ähnliche Wirkung in den porösen Thonzellen hervor, so hat man mit gleichem Erfolge auch Eisenoxyd, Kieselsäure und gerbsauren Leim verwendet. Von gröfserem Interesse aber dürfte die Thatsache sein, dafs auch das Protoplasma der organischen Zellen, im besonderen der Pflanzen, mit einem Häutchen bekleidet ist, welches die gleichen Eigenschaften zeigt.

Verschliefst man eine derartig präparirte Zelle, nachdem sie zuvor mit Zuckerlösung gefüllt worden ist, fest mit einem Korken und bringt dieselbe sodann in reines Wasser, so tritt eine merkwürdige Erscheinung ein. Es dringt nämlich von aufsen Wasser in die Zelle und dementsprechend bildet sich im Innern derselben ein Druck auf die Wände heraus. Dieser Druck nun, welcher leicht gemessen werden kann, indem man die Zelle mit einem Manometer verbindet, wird als der osmotische Druck bezeichnet. Derselbe stellt sich bei jeder Lösung ein und steigt je nach der Concentration bis zu einem bestimmten maximalen Werth.

Eine Lösung mit einem Gehalt von 1⁰/₀ Zucker veranlafst z. B. bereits einen Druck von 50 cm. Quecksilber; bei einer gleich concentrirten Salpeterlösung steigert sich dagegen die Wirkung schon auf das 4-fache, man beobachtet einen Druck von 3 Atmosphären. Dieser innere Druck einer Lösung erklärt uns nun, warum z. B. in dem oben erwähnten Falle der Zucker entgegen der Schwere emporgehoben wird, ebenso vermag derselbe auch den Aufstieg des Saftes in den Pflanzen verständlich zu machen, denn wie man sieht, handelt es sich hier um ganz bedeutende Kraftäufserungen.

Das Gesetz, welches die Erscheinungen des osmotischen Druckes beherrscht, ist nun sehr einfacher Natur. Der osmotische Druck ist zunächst direct proportional der Concentration der Lösung d. h. eine doppelt so starke Lösung eines Körpers veranlafst den zweifachen Druck etc. Wir haben es also hier mit dem gleichen Gesetz zu thun, welches bei den Gasen die Beziehungen zwischen Druck und Volumen regelt (Boylesches Gesetz), und welches bekanntlich dahin lautet, dafs Druck und Volumen einander umgekehrt proportional sind. Vielleicht ist diese Uebereinstimmung dem Leser nicht ohne weiteres ersichtlich, sie wird es aber sofort, wenn man bedenkt, dafs die Concentration umgekehrt proportional dem Volumen ist; denn fassen wir ein und dieselbe Menge des gelösten Körpers ins Auge,

so ist die Concentration der Lösung (Dichte) desto gröfser, je kleiner das Volumen ist, auf das sich jene Menge vertheilt. Dasselbe Verhalten finden wir auch bei den Gasen.

Die Uebereinstimmung zwischen dem Gas- und dem Lösungszustande erstreckt sich übrigens noch bedeutend weiter. Bei allen Gasen ohne Unterschied der chemischen Zusammensetzung vergröfsert sich bekanntlich das Volumen für den Fall der Erwärmung um 1 Grad um $^{1}/_{273}$ desjenigen Volumens, welches bei 0 Grad besteht, und in der gleichen Weise ändert sich natürlich dementsprechend auch der Druck.

Dieselbe Gesetzmäfsigkeit finden wir auffallender Weise auch bei den Lösungen. Der osmotische Druck wächst mit steigender Temperatur und zwar unabhängig von der Natur der Lösung für je 1 Grad um $^{1}/_{273}$ seines Werthes, und die Abweichungen von dem strengen Gesetz gestalten sich kaum gröfser als bei den Gasen. Am besten kommt diese völlige Analogie zwischen den beiden fraglichen Zuständen wohl in dem allgemeinen Gesetz zum Ausdruck, welches van't Hoff vor einigen Jahren aufstellte und welches folgendermafsen lautet: Der osmotische Druck einer Lösung hat den gleichen Werth, wie der Druck, den der betreffende gelöste Körper ausüben würde, wenn er sich gasförmig in demselben Raum befindet, den die Lösung einnimmt.

Von dem gesetzmäfsigen Verhalten der Gase machte man sich bisher eine anschauliche Erklärung, indem man annahm — es geschah dies zuerst von Avogadro im Jahre 1811 — dafs die verschiedenen Gasmoleküle, ohne Unterschied der chemischen Natur, alle den gleichen Raum einnehmen, und dafs dementsprechend der Druck eines Gases direct proportional der Anzahl der Moleküle (Dichte, Concentration) zu setzen ist. Die gleiche Anschauungsweise drängt sich natürlich auch bei den Lösungen auf — und dementsprechend können wir sagen: Der osmotische Druck ist einfach proportional der Anzahl der Moleküle. Hierdurch wird man aber dazu geführt, alle die umfassenden Beziehungen, welche im Laufe der Zeit über den Zusammenhang der Gasdichten und Molekulargewichte aufgedeckt worden sind, ohne weiteres sinngemäfs auf die Lösungen zu übertragen.

Bei den Gasen lernte man schon frühzeitig Ausnahmen von den allgemeinen Gesetzen kennen, so z. B. fand man, dafs bei gewissen Körpern, namentlich auch den Ammoniumsalzen, nach der Vergasung die Dichte sich viel kleiner — oder was dasselbe ist — der Druck sich viel gröfser herausstellt, als man erwarten mufste. Im Anfang waren diese Verhältnisse unerklärlich und führten zur Verwerfung der

Avogadroschen Hypothese; nach und nach aber stellte sich heraus, dafs bei diesen Körpern ein Zerfall der Moleküle in zwei oder mehr Bestandtheile, eine sogenannte Dissociation, stattfindet. Dadurch wird aber die Anzahl der Moleküle eine gröfsere, und wenn alle ohne Unterschied den gleichen Raum beanspruchen, so mufs natürlich der Druck gröfser bezw. die Dichte kleiner ausfallen, als es normalen Verhältnissen entsprechen würde. Es gelang schliefslich, alle Ausnahmen in dieser Weise vollständig zu erklären und damit die Avogadrosche Hypothese zu allgemeiner Anerkennung zu bringen.

Es giebt nun auch unter den Lösungen eine grofse Klasse von Körpern, welche dem allgemeinen Gesetze nicht folgen. Es sind dies die wässrigen Lösungen der sämtlichen Säuren, Basen und Salze, auch bei ihnen gestaltet sich in analoger Weise der Druck gröfser bezw. die Dichte geringer, als man erwarten sollte, und es liegt demnach nahe, zur Erklärung dieses Umstandes in gleicher Weise wie bei den Gasen eine Dissociation der Moleküle anzunehmen. Einer solchen Annahme standen aber bisher grofse Hindernisse entgegen, zumal die experimentelle Begründung derselben auf grofse Schwierigkeiten stöfst und es sich überdies um die beständigsten chemischen Verbindungen handelt. Es stellte sich aber mit der Zeit heraus, dafs die genannten Substanzen, also Säuren, Basen und Salze, jenes besondere Verhalten nur in wässrigen Lösungen zeigen, in ätherischen bezw. alkoholischen dagegen dem allgemeinen Gesetze folgen. In den wässrigen Lösungen sind aber jene Verbindungen, wie schon längst bekannt, noch durch eine andere Eigenthümlichkeit ausgezeichnet, welche den übrigen Lösungen nicht zukommt, sie sind nämlich Elektrolyte und leiten als solche den elektrischen Strom.

Bei der Vergleichung dieser beiden besonderen Eigenschaften fand nun Arrhenius im Jahre 1887, dafs dieselben einander parallel verlaufen, dafs, je mehr eine Lösung von dem allgemeinen Gesetze abweicht, desto höher sich das elektrolytische Leitungsvermögen derselben stellt. Diese Entdeckung führte dann den genannten Forscher zur Annahme, dafs die Salze, Säuren und Basen in ihrer wässrigen Lösung wirklich in die Jonen dissociirt sind.

Schon früher hatte Clausius zur Erklärung des Vorganges der Elektrolyse annehmen müssen, dafs einzelne Moleküle des Elektrolyten in die Jonen zerfallen, und dafs sich die Elektricität dieser dissociirten Moleküle zur Fortbewegung bediene; aber er hielt diese Anzahl für sehr gering. Auf Grund der von Arrhenius erkannten

Beziehungen zwischen dem elektrolytischen Leitungsvermögen und dem osmotischen Druck läfst sich diese Frage entscheiden. Bei einer Chlorkaliumlösung z. B. gestaltet sich der osmotische Druck fast doppelt so grofs als man erwarten sollte, das heifst aber nach der obigen Auffassung nichts Anderes, als die Mehrzahl der Moleküle KCl ist in die Atome, die Jonen, K und Cl dissociirt.

Auf den ersten Blick fordert eine solche Annahme, namentlich von Seiten eines Chemikers wohl starken Widerspruch heraus. Man wird sich fragen, wie kann ein freies Kaliumatom in einer wässrigen Lösung existiren, da doch metallisches Kalium Wasser zersetzt. Demgegenüber mufs aber bemerkt werden, dafs das Kaliumatom auch garnicht als völlig frei hingestellt zu werden braucht. Im Gegentheil, wir müssen es hinstellen als mit grofsen Mengen von Elektricität behaftet und dadurch können die Eigenschaften desselben sehr wohl Veränderungen erleiden. Ueberdies ist auch das Reaktionsprodukt des Kaliums auf Wasser d. i. verdünnte Kalilauge ein Elektrolyt, und dementsprechend mufs auch hier eine Dissociation des Moleküls angenommen werden. Es giebt aber noch eine ganze Reihe anderer Verhältnisse, welche für eine Dissociation in dem genannten Sinne sprechen. Schon früher hatte man die Eigenschaften der Salzlösungen eifrig studirt und speziell nach einfachen Beziehungen zwischen der Concentration einerseits und dem Gefrierpunkt, dem Dampfdruck etc. andrerseits gesucht, ohne indefs zu einem allgemein gültigen Gesetz zu gelangen. Erst als man andere als wässrige Lösungen in den Kreis der Untersuchungen zog — und dies ist namentlich das Verdienst des französischen Forschers Raoult — gelangte man ans Ziel. Es stellte sich die einfache Beziehung heraus, dafs die Erniedrigung des Gefrierpunktes bezw. des Dampfdruckes direkt proportional ist der Anzahl der gelösten Moleküle und unabhängig von der chemischen Natur des gelösten Körpers. Eine Ausnahme bilden aber auch hier wiederum die wässrigen Lösungen der Salze, Säuren und Basen. Will man auch sie dem allgemeinen Gesetze unterordnen, so mufs man bei ihnen eine Dissociation der Moleküle annehmen und zwar in der gleichen Weise und dem gleichen Grade, als wenn es sich um den osmotischen Druck handelte. Die Uebereinstimmung der beiden besprochenen Gesetze ist also eine sehr grofse und dieser Umstand spricht wohl in gewichtiger Weise für die Annahme einer Dissociation der Moleküle. In historischer Hinsicht bleibt aber noch zu bemerken, dafs das Gesetz bezüglich der Erniedrigung des Gefrierpunkts und des Dampfdrucks zuerst aufgefunden wurde;

auch ist dasselbe praktisch defshalb vielfach von gröfserer Bedeutung, weil sich z. B. experimentell leichter und schneller der Gefrierpunkt, als der osmotische Druck einer Lösung bestimmen läfst. Für die ganze Auffassung der Natur der Lösung ist aber natürlich der osmotische Druck von weit höherer Bedeutung, und dementsprechend wurde das bezügliche Gesetz auch hier an erster Stelle behandelt.

Als gegen die obige Annahme einer Dissociation der Moleküle sprechend könnte vielleicht noch angeführt werden, dafs z. B. die Salze aus Verbindungen zweier Körper, nämlich der Säuren und der Basen entstehen, welche die stärkste chemische Verwandtschaft zu einander besitzen. Es ist aber demgegenüber zu beachten, dafs auch die Salze sehr reaktionsfähige Körper sind und dafs allgemein der Begriff der chemischen Verwandtschaft ein doppelter ist und sich einerseits auf die Beständigkeit, andrerseits auf die Reaktionsfähigkeit einer Substanz beziehen kann. Gerade die chemisch trägen Verbindungen, wie z. B. Sumpfgas, werden durch starke Verwandtschaften zusammengehalten, während chemisch leicht und schnell reagirende Körper wie Salze, Säuren und Basen nicht oder nur leicht gebunden sein können. Hiermit in Uebereinstimmung steht auch ferner die Thatsache, dafs chemische Reaktionsfähigkeit und elektrolytisches Leitungsvermögen zwei vollkommen parallel gehende Eigenschaften darstellen, ja dafs, wie zuerst Ostwald allgemein zeigte, die Stärke oder chemische Verwandtschaft einer Säure oder Base unmittelbar durch das elektrische Leitungsvermögen bestimmt ist.

Besonders deutlich sprechen in dieser Beziehung noch einige bestimmte chemische Reaktionen. Salpetersaures Silber ist z. B. bekanntlich ein Reagens auf Chlor. Sämtliche Metallchloride und die ihnen ähnlichen Körper (Salze) geben bei Behandlung mit demselben einen Niederschlag von Chlorsilber. Bei gewissen Chlorverbindungen aber versagt das Reagens. Chlorsaures Kalium, Monochloressigsäure werden z. B. durch Silbernitrat nicht gefällt. Aehnliche Verhältnisse finden sich auch bei anderen Körpern. Die meisten Eisensalze geben mit Schwefelammonium einen schwarzen Niederschlag von Schwefeleisen. Das Eisen aber, welches sich im Blutlaugensalz befindet, bleibt bei Gegenwart von Schwefelammonium völlig unverändert.

Bisher konnte man sich von diesen Ausnahmen keine klare Vorstellung machen, auf Grund der Annahme, dafs die Elektrolyte, d. s. Salze, Basen und Säuren in ihrer wässrigen Lösung, in die Jonen zerfallen, ist dieselbe von selbst gegeben. Das Chlor des chlorsauren Kaliums bezw. der Monochloressigsäure wird deshalb nicht von Silber-

nitrat gefällt, weil es nicht als freies Jon in der Lösung vorhanden ist, denn chlorsaures Kalium ($KClO^3$) zerfällt in die Jonen K und ClO^3, ferner Monochloressigsäure (CH^2Cl—COOH) in H und CH^2Cl—COO; freies Chlor ist also nirgends vorhanden. Bei den sämtlichen Metallchloriden entstehen dagegen in den wässrigen Lösungen freies Chlor und freies Metall und dementsprechend werden dieselben durch Silbernitrat gefällt. In analoger Weise liegen die Verhältnisse zwischen den Blutlaugenverbindungen und den Eisensalzen. Allgemein gesprochen zeigen nur diejenigen Verbindungen die betreffenden Reactionen, in welchen die gesuchten Stoffe als Jonen vorhanden sind.

Es kann natürlich nicht unsere Aufgabe sein, hier alle diejenigen Erscheinungen und Vorgänge zu besprechen, welche in solcher Weise ihre Erklärung finden; es möge genügen noch auf einige derselben hinzuweisen, so auf das Hesssche Gesetz der Thermoneutralität, die Erscheinungen der Diffusion und der elektrischen Ladung der Flüssigkeitsketten; auch einige elektrophysiologische Vorgänge verdienten in dieser Beziehung genannt zu werden.

Will man die Bedeutung der besprochenen Fortschritte richtig würdigen, so scheint mir, kann man wohl zu der Vermuthung kommen, dafs die Wissenschaft der Chemie so zu sagen einer neuen Epoche entgegenschreitet. Werden die Umwälzungen bei weitem auch keine so grofsen sein, wie seiner Zeit vor hundert Jahren beim Sturze der Phlogistontheorie, so dürfte doch wohl der Wendepunkt für alle Zeiten deutlich erkennbar bleiben.

Wie aber jede Neuerung in den Grundanschauungen der Wissenschaft naturgemäfs auf Widerstand stöfst, so fehlt es auch selbstverständlich den oben vorgetragenen neuen Anschauungsweisen nicht an Gegnern. Die Zahl derselben ist aber verhältnifsmäfsig gering und demgemäfs steht zu erwarten, dafs sich die erforderlichen Wandlungen baldigst sowie in aller Ruhe vollziehen werden.



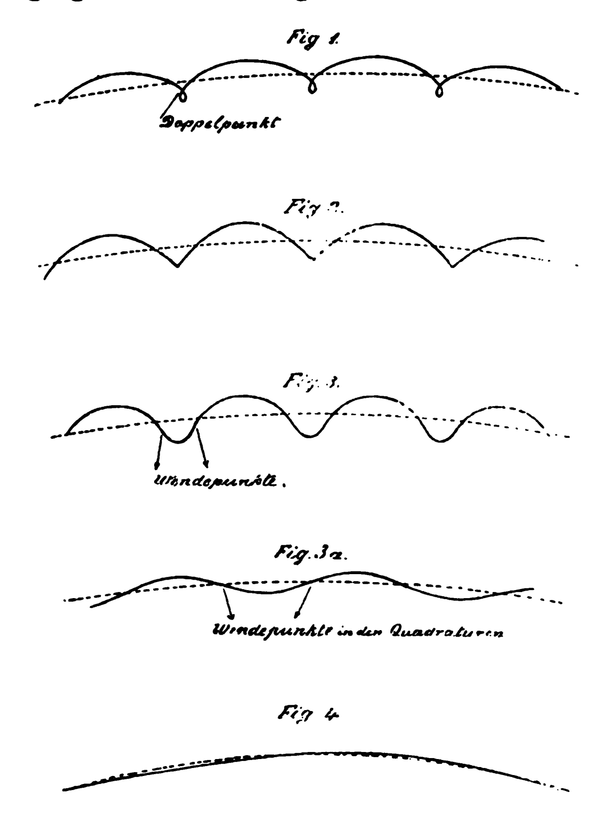


Die Bahnen der Planetenmonde in Bezug auf die Sonne.

Die Bahnen der Planeten-Trabanten sind bekanntlich Ellipsen, wenn man sie auf die zugehörigen Hauptplaneten bezieht. Der Planet nimmt in diesen Ellipsen den Ort eines Brennpunktes ein und die Trabanten befolgen die Keplerschen Gesetze ebenso, wie es die Planeten bei ihrer Bewegung um die Sonne thun. Vom astronomischen Standpunkte aus ist mit dieser Erkenntniſs das Problem der Trabantenbewegung völlig gelöst, denn sie befähigt uns, den Ort eines Trabanten für jede beliebige Zeit durch Rechnung zu bestimmen. Das Bedürfniſs, eine anschauliche Vorstellung von den Bewegungen im Sonnensystem zu gewinnen, führt aber dazu, die Ortsveränderungen aller Systemglieder, also auch der Trabanten, auf einen gemeinsamen, als ruhend gedachten Punkt, den Sonnenmittelpunkt, zu beziehen. Thut man dies, dann wird die Form einer Trabantenbahn complicirter, weil der Brennpunkt der vom Trabanten durchlaufenen Ellipse seinerseits wieder auf elliptischem Wege die Sonne umläuft. Sofern die Bahnellipsen bei den Planeten und ihren Monden nur wenig von der Kreisform verschieden sind, wird die heliocentrische Bahn eines Trabanten einer sogenannten Cycloide sehr ähnlich sein oder vielmehr einer epicyclischen Bahn im Sinne der älteren Astronomie entsprechen. Das Aussehen einer solchen Cycloide kann aber je nach dem Verhältniſs der beiden Kreisradien und der Geschwindigkeiten beider Bewegungen ein sehr verschiedenartiges sein. Bei schneller Bewegung des Trabanten in seiner Bahn wird die Kurve Schleifen bilden und sog. Doppelpunkte haben (Fig. 1), bei schneller Bewegung des Planeten aber wird die Cycloide eine flache Wellenlinie werden; im letzteren Falle kann die Krümmung der Sonne gegenüber entweder bald concav, bald convex sein (Fig. 3), oder auch dauernd concav bleiben (Fig. 4).

Ohne eine rechnerische Untersuchung kann man nicht entscheiden, in welche von diesen Klassen die von den Planetenmonden beschriebenen

Cycloiden fallen; Kepler z. B. bildete ungerechtfertigter Weise die heliocentrische Mondbahn nach Art unserer Figur 3 ab, und dieser Fehler ist leider trotz der 1784 veröffentlichten Untersuchung Maclaurins über denselben Gegenstand in mehrere neuere deutsche Astronomien übergegangen. Mädler stellt sogar in seinem „Wunderbau des Weltalls“ die Mondbahn nach Art der Figur 2 dar, die nur einen Uebergangsfall zwischen Figur 1 und 3 bildet.



Herr Prof. Weyer in Kiel hat nun kürzlich die Bahnen sämtlicher Planetenmonde in Bezug auf die Sonne neu untersucht[1]) und ist dabei zu folgenden Ergebnissen gekommen:

Die Bahn des Erdmondes ist der Sonne gegenüber allezeit concav (Fig. 4), die Krümmung ist am gröfsten bei Vollmond, am kleinsten bei Neumond.

Die Bahnen der beiden Marsmonde sind von der Form der Figur 3a, haben also um die Zeit der Quadraturen Wendepunkte, bei

[1]) Astronomische Nachrichten, No. 3007.

denen die Krümmung Null wird und das Zeichen wechselt, d. h. von concav zu convex übergeht und umgekehrt.

Die Bahnen der ersten (innersten) beiden Jupitertrabanten haben Doppelpunkte und bilden zur Zeit der Opposition mit der Sonne Schleifen (Fig. 1). Beim zweiten Trabanten ist indessen die Schleife so klein, dafs die Bahnform sich sehr unserer Figur 2 nähert. Die beiden äufseren Jupitertrabanten fallen dagegen wegen ihrer langsamen Bewegung unter den Typus 3.

Bei Saturn beschreiben sogar die ersten vier Trabanten und ebenso die Theile des Ringes schleifenförmige Bahnen (Figur 1 für die drei ersten, Figur 2 für den vierten), während die vier äufseren Saturntrabanten sowie die Monde von Uranus und Neptun, Wellenlinien mit Wendepunkten (Figur 3) zurücklegen. Die Monde des Uranus und Neptun sind übrigens bekanntlich rückläufig und es liegen infolgedessen bei ihren Bahnen die Wendepunkte in der Nähe der Opposition mit der Sonne, während sie bei den rechtläufigen Trabanten der Conjunctionsstellung näher gelegen sind.

Unter allen im Sonnensystem bekannten Trabanten hat sonach nur allein der Erdmond die Eigenthümlichkeit, dafs die Krümmung seiner Bewegung der Sonne gegenüber immer concav bleibt. So ist unser Mond also nicht blofs vermöge seiner für einen Trabanten relativ sehr grofsen Masse ($^1/_{80}$ der Erdmasse), sondern auch in Bezug auf seine Bewegung um die Sonne ein Sonderling und stellt sich in dieser Hinsicht als eine Art von Zwischenform zwischen Trabant und Planet dar. Kbr.



Neue Beobachtungen der Venus in Nizza.

Im vorigen Jahrgang dieser Zeitschrift (S. 534) berichteten wir über das Ergebnifs einer Discussion aller bisher vorliegenden Venusbeobachtungen durch Prof. Schiaparelli in Mailand. Der genannte Gelehrte war durch diese Untersuchung zu der Ueberzeugung geführt worden, dafs die Rotationsdauer der Venus nicht viel von ihrer Umlaufszeit verschieden sein könne. Durch neuerliche, vom 15. Mai bis 4. October 1890 sich erstreckende Venusbeobachtungen des Herrn Perrotin in Nizza sind nun die Schlufsfolgerungen Schiaparellis im wesentlichen aufs schönste bestätigt worden. Perrotins Beobachtungen würden sich allerdings einer Rotationsdauer, die etwas kleiner ist als die Umlaufszeit, und bis zu 195 Tagen herabgehen könnte, besser anschmiegen, als einer solchen von 225 Tagen. Aufser den dunklen

Streifen hat Perrotin an den Hörnern der Venussichel weifse Flecken gesehen, welche auffallend an die polaren Eisfelder des Mars erinnern.



Das Observatorium auf dem Wilson Peak. Die vielfach bezweifelte Herstellbarkeit eines astronomischen Fernrohrobjektives von 40 Zoll Durchmesser ist, wie aus Berichten amerikanischer Journale ersehen werden kann, zur Thatsache geworden durch die Ausstellung der rohen Glaslinse, welche die Gebrüder Clarke in ihrer Werkstätte zu Cambridgeport vor einiger Zeit veranstaltet haben. Der Durchmesser der einen vorgeführten Linse beträgt 40 engl. Zoll, die Dicke $2^1/_2$ engl. Zoll im Centrum, $1^1/_2$ am Rande. Bekanntlich ist dieses grofse, alle bisherigen Fernrohrobjektive an Dimension übertreffende Glas für das Observatorium der University of Southern California bestimmt, das auf einem Berge der Sierra Madre, dem Wilson Peak (12—15 miles von Los Angeles) erbaut werden soll. Das Observatorium wird noch um 1800 Fufs höher liegen, als die Lick-Sternwarte auf dem Mount Hamilton. Das complette Objectiv wird über 65000 Dollar kosten; es ist nicht entschieden, ob der Schliff des Glases in den Clarkeschen Werkstätten vorgenommen oder am Mount Wilson selbst durchgeführt werden soll. Ob übrigens mit der Wahl des Mt. Wilson der richtige Ort für die Aufstellung des gröfsten Fernrohres der Jetztzeit getroffen ist, ob nämlich die Luftzustände in solcher Höhe auch eine gehörige Ausnutzung der optischen Kraft des Objektives erlauben werden, darüber scheinen in Amerika selbst die Stimmen noch sehr getheilt zu sein. *



Geschenk für die Lick-Sternwarte. In unserer Zeitschrift wurde schon eine Rede Prof. Holdens erwähnt, in welcher derselbe auf verschiedene Mifsstände des Lick-Observatorium hingewiesen hat, unter andern auch auf den Mangel einer elektrischen Beleuchtung der Instrumente. Die Edison General Electric Company hat schnelle Abhilfe gebracht, indem sie einfach dem Observatorium eine vollständige Collection von Maschinen und Apparaten (Kessel, Dampfmaschine, Dynamo, Leitungsdrähte u. s. w.) im Laufe des Monats September — geschenkt hat. *



Die maregraphische Warte zu Marseille.

Nicht nur die gesteigerten Bedürfnisse der Schiffahrt verlangen eine Vertiefung und Erweiterung unserer Kenntnisse von den Gezeitenverhältnissen der Meere und den sonstigen, den Spiegel derselben verändernden Kräften, auch die Wissenschaft erhebt auf eine solche Anspruch, da ihr nur so die Erledigung einer Anzahl wichtiger geophysischer Probleme ermöglicht wird.

Bekanntlich dient der mittlere Wasserstand[1]) einer dem Festlande zunächst liegenden Meeresstation als Ausgangspunkt der Höhennivellements und der damit in Beziehung stehenden Gradmessungsarbeiten in diesem Lande. Wenn auch praktische Bedürfnisse es erforderlich gemacht haben, dafs man in jedem Lande alle Höhen auf einen innerhalb desselben liegenden Normalhöhenpunkt bezieht (für Preufsen ist es der am Gebäude der Kgl. Sternwarte zu Berlin festgelegte), so bleibt doch zu berücksichtigen, dafs derartige Höhenpunkte im allgemeinen nicht zeitlich als absolut unveränderlich angesehen werden dürfen, ganz abgesehen von solchen Gegenden, die häufig durch Erderschütterungen heimgesucht werden. In dieser Hinsicht bietet irgend ein lokales Mittelwasser des Meeres als Nullpunkt grofse Vortheile gegenüber den Festpunkten auf dem Lande dar; denn theoretische Ueberlegungen zeigen, dafs die mittlere Niveaufläche des Meeres nur in sekundärer Beziehung von den Verschiebungen fester Erdschollen beeinflufst wird, dafs dieselbe also bei solchen zu befürchtenden Veränderungen eine weit gröfsere Beständigkeit ihrer Lage bewahrt, als irgend ein auf dem Festlande gewählter Nullpunkt. Die Geodäten werden deshalb in letzter Instanz stets auf das mittlere Meeresniveau zurückgreifen müssen, und durch Vergleich desselben mit den innerhalb der Kontinente liegenden Höhenpunkten vermittelst zeitweise wiederholter Nivellements wird es auch möglich sein, ein Urtheil über die relativen Verschiebungen der Weltmeere und Festländer zu gewinnen, kurz zu prüfen, ob im Verlaufe der Jahrhunderte säkulare Schwankungen zwischen dem festen und flüssigen Element auf der Erdoberfläche eingetreten sind. Die hierbei erzielten Resultate haben natürlich auch ein weitgehendes Interesse für die gesamte Erdkunde, namentlich für die Geologie, welcher in den zeitigen Schwankungen von Kontinentalgebieten ein Mafsstab für die Beurtheilung ähnlicher Vorgänge in der Vergangenheit dargeboten wird.

[1]) Hierunter versteht man das durch Ebbe und Fluth und anderweitige Einflüsse ungestörte Meeresniveau.



Die maregraphische Warte zu Marseille.

Diese Umstände sowie die unabweisbaren Bedürfnisse der Nautik haben die Regierungen aller Kulturstaaten zur Errichtung besonderer Küstenstationen veranlafst, denen die weitere Erforschung der Gezeitenschwankungen und die damit in Verbindung stehende Prüfung des mittleren Wasserstandes obliegt. Bei uns in Deutschland besitzen wir mehrere solcher Stationen, namentlich steht das Marineobservatorium in Wilhelmshafen unter der Leitung von Professor Börgen auf der Höhe aller Anforderungen, welche die Neuzeit von derartigen Einrichtungen erwarten darf. Neuerdings hat man in Frankreich ein ähnliches Institut errichtet, das mehr wissenschaftliche Ziele verfolgt und durch die glückliche Wahl seiner Lage sowie durch gediegene Ausstattung mit allen Hilfsmitteln der modernen Präzisionsmefskunst auch die schönsten Erfolge versprechen dürfte. Es ist dies die maregraphische Warte im Hafen von Marseille, deren Totalansicht wir unsern Lesern auf dem umstehenden Bilde vorführen. Die unmittelbare Veranlassung zur Gründung derselben gab das Bedürfnifs, einen möglichst solid versicherten Beziehungspunkt für das neue Nivellement zu schaffen, an dem seit dem Jahre 1884 in Frankreich gearbeitet wird.[2])

Um die Arbeiten zu kennzeichnen, welche diesem Institute zufallen, bedarf es eines kurzen Hinweises auf die wichtigsten Bewegungen der Meeresfläche.

Abgesehen von lokalen Störungen durch Winde und ungleiche Vertheilung des Luftdruckes (das Wasser steigt an den Stellen niedrigen, fällt an den Stellen hohen Barometerstandes, und zwar ungefähr um 1 cm für jedes Millimeter Luftdruckänderung), beobachtet man ein periodisches Heben und Senken des Meeresspiegels, die sogenannten Gezeiten, deren Abhängigkeit von der Mond- und Sonnenanziehung in einem früheren Aufsatze dieser Zeitschrift besprochen worden ist.[3]) Es sei hier nur erwähnt, dafs das Fluthphänomen überaus verwickelter Natur ist, nicht nur weil terrestrische Einflüsse

---

[2]) Bei dieser Gelegenheit sei folgendes erwähnt. Der Sekretär des französischen Nivellements, Herr Lallemand, berichtete auf dem vorletzten internationalen Geodätenkongresse zu Salzburg von beträchtlichen Unterschieden zwischen dem neuen Nivellement in Frankreich und dem vor 20 bis 30 Jahren daselbst von Bourdalouë angestellten, welche sich auf einem annähernd meridionalen Streifen Landes von Marseille bis Lille im Betrage von $^3/_4$ m gezeigt haben. Lallemand ist geneigt, diesen Unterschied einer von ersterem Orte nach letzterem hin allmählich wachsenden Senkung des Bodens von Frankreich zuzuschreiben.

[3]) „Die Fluthbewegung des Meeres und der Luft.“ Jahrg. II, 207, 262.

der Ausbildung desselben vielfach entgegenstehen, sondern auch weil durch die unablässig sich verändernden Stellungen der anziehenden Himmelskörper und durch deren wechselnde Abstände von der Erde die Einfachheit der Erscheinung verloren geht.

Am schärfsten tritt die halbtägliche Mond-Fluth hervor; in Wirklichkeit besteht dieselbe aber aus der Uebereinanderschiebung einer durch den Mond und einer durch die Sonne erzeugten Oscillation des Wassers, deren Schwingungsgröfsen nahezu im Verhältnifs von 5 zu 2 stehen, während ihre Perioden nur wenig von einander verschieden sind. Mit der täglichen Fluth vermischt sich ferner eine Welle von halbmonatlicher Dauer, erzeugt durch die Veränderungen der Monddeklination, und schliefslich tritt noch eine halbjährige, freilich sehr schwache Fluthwelle auf, die mit dem Wechsel im Aequatorstand der Sonne im Zusammenhange steht.



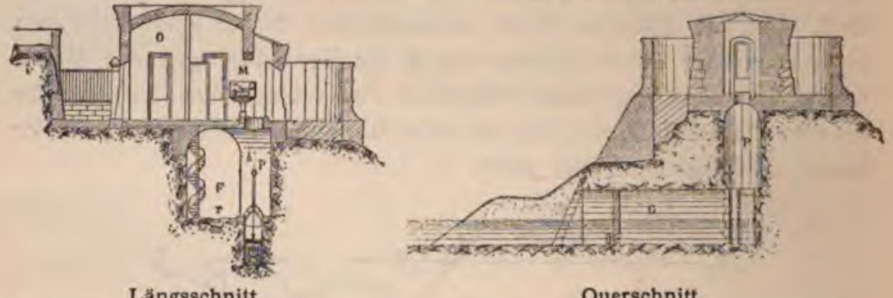
Diagramm, erzeugt durch eine zusammengesetzte Schwingungsbewegung.

Das Gesamtergebnifs aller dieser gleichzeitig auftretenden Theilfluthen läfst sich in Abhängigkeit von der Zeit darstellen; es kann veranschaulicht werden durch einen Linienzug, welcher einigermafsen Aehnlichkeit mit demjenigen in der beistehenden schematischen Zeichnung besitzt. In derselben versinnlicht beispielsweise die Wellenlinie A B C die halbjährliche Schwankung, die sich darüber schiebenden sehr kurzen Wellenlinien von der Art wie a b c die halbmonatlichen, und endlich die noch kürzeren Wellenlinien, wie α β γ, die halbtäglichen Schwankungen, während die kleinen Ausbiegungen auf der letzteren Kurve die durch Wind und Luftdruck verursachten Störungen darstellen. Die Festlegung dieses Kurvenzuges sowie das Studium der dabei auftretenden Besonderheiten ist eine der Hauptaufgaben maregraphischer Warten; denn hieraus läfst sich auf rechnerischem Wege oder durch ein einfaches mechanisches Verfahren die Lage des mittleren Wasserstandes ableiten.

Zur Bestimmung des jeweiligen Wasserstandes dienen bekanntlich senkrecht oder schräg im Wasser befestigte Mafsstäbe, die sogenannten Pegel. Hiermit lassen sich jedoch keine allzu genauen Angaben erzielen, und man verwendet deshalb Pegel nur noch auf solchen Küstenstationen, wo es sich blos um eine ober-

flächliche Orientirung für Schifffahrtszwecke handelt. Bei wissenschaftlichen Untersuchungen auf maregraphischen Warten bedient man sich der selbstregistrirenden Fluthmesser, welche sehr zuverlässige und vollständige Resultate ergeben und die gleichzeitig für den Beobachter gröfsere Bequemlichkeit gewähren und seine Zeit für andere Arbeiten freilassen.

Die neue maregraphische Warte zu Marseille ist mit einem, nach dem Systeme Reitz erbauten Fluthmesser ausgestattet. Hervorgegangen ist derselbe aus der Werkstatt von M. Dennert in Altona. Das



Längsschnitt. Querschnitt.

Prinzip dieser Apparate ist — abgesehen von kleineren Abweichungen — bei den bisher in Anwendung gekommenen das gleiche. In einem vertikalen Schachte, der mit dem Meere durch einen Tunnel in Verbindung steht*) bewegt sich ein Schwimmer, gewöhnlich ein hohler Metallkörper, mit dem Wasser unter dem Einflufs der Gezeiten auf und ab. Der Schwimmer hängt an einem Bronzedraht, welcher über ein ziemlich grofses Rad hinweggeführt und durch ein Gegengewicht stets straff gehalten wird. Indem nun der Schwimmer auf und nieder geht, wird das Rad entsprechend gedreht, und man könnte seine Bewegungen unmittelbar auf einen Schreibstift übertragen und auf einer Papierwalze niederschreiben lassen. Da jedoch der Gezeitenausschlag meistens zu grofs ist, um in natürlichem Mafsstabe aufgezeichnet werden zu können, hat man auf der Axe des grofsen Rades ein kleineres Zahnrad befestigt, in dessen Zähne eine Zahnstange eingreift. An der letzteren befindet sich der Schreibstift. Derselbe verschiebt sich natürlich um ebensoviel, wie ein Punkt auf dem Umfang des kleinen Rades gedreht wird, und da er auf einer Walze ruht, die mit Papier überzogen ist, so muss er seine Bewegungen in Form geradliniger Schwingungen auf das Papier übertragen. Die Walze

1) Auf dem Hauptbild ist der Eingang zu dem Tunnel sichtbar, auf den beiden Querschnitten des Gebäudes bei P der Schacht und Schwimmer, bei M der Fluthmesser.

wird durch ein Uhrwerk in 24 Stunden einmal herumgeführt und durch die doppelte Bewegung, einmal der Walze und dann des Schreibstiftes, entsteht auf dem Papier die Wasserstandskurve. Der auf der Walze ruhende Bogen ist in Meter und Stunden eingetheilt, so dafs man den Fluthstand zu jeder Zeit vermittelst einer Glasskala ablesen kann. Bei dem Reitzschen Apparate wird der Schreibstift durch einen Diamant ersetzt, welcher auf geschwärztem Glanzpapier

Wasserstandskurve, geliefert durch den Fluthmesser zu Marseille.

die Kurve einreifst. Bei dieser Einrichtung erzielt man eine vollendete Genauigkeit, indem eine überaus zierliche Zeichnung zu stande kommt, wie die beistehende Abbildung sie vorführt.

Der Registrirapparat des Fluthmessers ist in dem oberen Theile des Gebäudes der Warte aufgestellt, wo sich auch die Arbeitsräume der Beamten befinden. Selbstverständlich ist durch geeignete Vorkehrungen dafür gesorgt worden, dafs das Wasser im Schachte sehr gleichmäfsig und möglichst unbeeinflufst vom Wellenschlage, nur unter der Einwirkung der Gezeiten, seine Schwankungen vollzieht. Man hat aus diesem Grunde auch das Gebäude an einer gegen Seegang sehr geschützten Stelle errichtet.

Aufser dem Fluthmesser wird die Ausstattung der Warte vervollständigt durch eine Anzahl selbstregistrirender Thermometer und Barometer. Alle sonstigen meteorologischen Angaben werden von der in der Nähe liegenden Sternwarte bezogen. Schw.



Erscheinungen am Sternenhimmel vom 15. Februar bis 15. März.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Sonne und Mond.

Sonnenauf- und Untergang: am 1. März $6^h\ 50^m$ Mg., $5^h\ 36^m$ Ab., am 15. März $6^h\ 18^m$ Mg., $6^h\ 2^m$ Ab. — Zunahme der Tageslänge Febr.—März $1^h\ 54^m$.

Zeitgleichung und Sternzeit im mittleren Mittage:

	Zeitgleichung	Sternzeit		Zeitgleichung	Sternzeit
16. Febr.	+ $14^m\ 18^s$	$21^h\ 44^m\ 37^s$	4. März.	+ $11^m\ 56^s$	$22^h\ 47^m\ 42^s$
20. „	+ 13 57	22 0 23	8. „	+ 10 59	23 3 28
24. „	+ 13 26	22 16 9	12. „	+ 9 57	23 19 14
28. „	+ 12 45	22 31 55	16. „	+ 8 50	23 35 0

Die Beträge der Zeitgleichung sind zu den Angaben wahrer Zeit zu addiren, um mittlere Zeit zu erhalten, oder von denen mittlerer Zeit zu subtrahiren, um wahre Zeit zu bekommen. Die Werthe der Sternzeit an Tagen, für welche sie hier nicht angegeben sind, erhält man durch Addition von 3m 56s 5 pro Tag.

Entfernungen der Sonne und des Mondes von der Erde und scheinbare Durchmesser:

	Sonne Entfernung	Durchm.		Mond Entfernung	Durchm.
1. März	19,866 000 Meil.	32' 19"	1. März	53,200 Meil.	30' 18"
15. „	19,941 000 „	32 12	15. „	51,200 „	31 30

Auf- und Untergang des Mondes.

		Aufgang	Untergang
23. Febr.	Vollm. u. Erdferne	4h 56m Nm.	7h 28m Mg.
3. März	Letztes Viertel	1 17 Mg.	9 33 „
10. „	Neum. u. Erdnähe	7 2 „	5 49 Nm.

a. Die Planeten.

Merkur culminirt nahe mit der Sonne und ist Morgens sehr kurze Zeit sichtbar. Am Morgen des 5. März steht Merkur wenig südlich von Jupiter. Am 20. Februar hat der Planet seine gröfste Entfernung von der Sonne.

	Auf- und Untergang[1]		Entfernung von der Erde
15. Febr.	6h 30m Mg.	2h 45m Nm.	22,460 000 Meilen
1. März	6 30 „	3 30 „	25,630 000 „
15. „	6 15 „	5 0 „	27,180 000 „

Venus befindet sich am Morgenhimmel.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Febr.	4h 45m Mg.	1h 15m Nm.	13,840 000 Meilen
1. März	4 45 „	1 30 „	16,000 000 „
15. „	4 45 „	1 45 „	18,130 000 „

Mars ist bis 9h Abends sichtbar und steht noch in den „Fischen".

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Febr.	8h 45m Mg.	9h 45m Ab.	38,550 000 Meilen
1. März	8 0 „	9 45 „	40,480 000 „
15. „	7 15 „	10 0 „	42,360 000 „

Jupiter ist noch sehr in der Nähe der Sonne, erst gegen Mitte März wird er auf kurze Zeit vor Aufgang der Sonne am Morgenhimmel sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Febr.	7h 15m Mg.	5h 0m Ab.	120,510 000 Meilen
1. März	6 30 „	4 30 „	119,970 000 „
15. „	5 45 „	3 45 „	118,630 000 „

Saturn steht zwischen den Sternen Regulus und Spica, culminirt um Mitternacht und ist bis in die Morgenstunden beobachtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Febr.	6h 45m Ab.	8h 15m Mg.	168,560 000 Meilen
1. März	5 45 „	7 15 „	167,680 000 „
15. „	4 45 „	6 30 „	168,030 000 „

[1]) Die Zeiten der Auf- und Untergänge werden hier, für den praktischen Gebrauch hinreichend, nur auf Viertelstunden angegeben.

Uranus kommt mit Aufgang der Spica (Jungfrau) um 10h Abends in unseren Gesichtskreis, und kann bis zum Morgen verfolgt werden.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Febr.	11h 15m Ab.	9h 30m Mg.	361,400 000 Meilen
1. März	10 15 „	8 30 „	357,300 000 „
15. „	9 15 „	7 30 „	354,000 000 „

Neptun ist am Abendhimmel in der Nähe des Sternes Aldebaran im Stier bis nach Mitternacht sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Febr.	10h 30m Vm.	2h 30m Mg.	595,900 000 Meilen
1. März	9 45 „	1 30 „	599,800 000 „
15. „	8 45 „	0 30 „	604,500 000 „

Orte der Planeten:

	Venus		Mars		Jupiter		Saturn	
	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.
12. Febr.	18h 29m	— 19°51'	0h 47m	+ 4°53'	21h 48m	— 14° 8'	11h 9m	+ 7°44'
17. „	18 50	— 19 53	1 0	+ 6 22	21 53	— 13 44	11 8	+ 7 54
22. „	19 13	— 19 44	1 14	+ 7 49	21 57	— 13 20	11 7	+ 8 3
27. „	19 35	— 19 23	1 27	+ 9 14	22 2	— 12 56	11 5	+ 8 13
4. März	19 58	— 18 49	1 41	+ 10 36	22 6	— 12 31	11 4	+ 8 22
9. „	20 21	— 18 3	1 54	+ 11 56	22 11	— 12 7	11 2	+ 8 32
14. „	20 44	— 17 3	2 8	+ 13 13	22 15	— 11 43	11 1	+ 8 41

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

(Wegen der Sonnennähe Jupiters sind die Verfinsterungen nicht beobachtbar.)

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(Bis zum 15. März ist für Berlin keine besonders bemerkenswerthe Sternbedeckung zu verzeichnen.)

5. Orientirung am Sternhimmel.

Um 8h Abends stehen in Culmination während Februar-März die Sternbilder des Fuhrmann, Orion und der östliche Theil des Stier; um dieselbe Zeit befinden sich im Untergange die Fische und Pegasus, im Aufgange sind Bootes, Krone und Schlange. Spica (der Jungfrau) wird nach 9h Abends sichtbar, die „Waage“ (β Librae) gegen 11h, Antares (im Skorpion) erst gegen 2h Morgens. — Die folgende Tafel enthält die Culminationszeiten der hellsten Sterne zwischen 6h Abends bis 6h Morgens:

Culminirende Sterne	Helligkeit	Culmination			
		am 23. Februar	am 1. März	am 8. März	am 15. März
α Tauri (Aldebaran) .	1m	6h 20m Ab.	5h 52m Ab.	5h 25m Ab.	4h 56m Ab.
α Aurig. (Capella) . .	1	6 59 „	6 32 „	6 4 „	5 36 „
α Orion. (Beteigeuze) .	1	7 40 „	7 12 „	6 45 „	6 17 „
α Can. maj. (Sirius) . .	1	8 31 „	8 4 „	7 36 „	7 8 „
ε Can. maj.	1.6	8 45 „	8 17 „	7 50 „	7 22 „
α Gemin. (Castor) . . .	2	9 18 „	8 51 „	8 23 „	7 55 „
α Can. min. (Procyon) .	1	9 24 „	8 57 „	8 29 „	8 1 „

Culminirende Sterne	Helligkeit	Culmination am 23. Februar	Culmination am 1. März	Culmination am 8. März	Culmination am 15. März
α Hydrae	2	11 12 Ab.	10 44 Ab.	10 17 Ab.	9 50 Ab.
α Leonis (Regulus) . .	1.3	11 52 „	11 25 „	10 57 „	10 29 „
δ Leonis	2.3	1 2 Mg.	0 34 Mg.	0 7 Mg.	11 35 „
β Leonis	2	1 37 „	1 10 „	0 42 „	0 14 Mg.
β Corvi	2.3	2 22 „	1 55 „	1 27 „	1 0 „
α Virginis (Spica) . .	1	3 13 „	2 46 „	2 18 „	1 50 „
α Bootis (Arctur) . . .	1	4 3 „	3 37 „	3 9 „	2 42 „
α Librae	2.3	4 37 „	4 10 „	3 43 „	3 16 „
α Scorpii (Antares) . .	1.2	6 15 „	5 48 „	5 20 „	4 53 „

6. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Helligkeit im Min.	1891 Rectas.	1891 Declin.
U Can. min.	15. Febr.	8.5^m	13^m	7^h 35^m 25^s	+ 8° 38'2
S Virginis	3. März	6	12	13 27 19	— 6 38.0
U Bootis	6. „	9	12.5	14 49 17	+ 18 8.1
U Herculis	28. Febr.	7	11.5	16 20 58	+ 19 8.6
S Cygni	22. „	9	13	20 3 13	+ 57 40.3

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

Algol . . . 17. Febr., 23. Nm., 1. März, 7. Mttg., 12. Ab.
U Cephei . . 20. Febr., 25. Nm., 2. März, 7., 12. Nm.
U Coronae . . 23. Febr., 2. März Nm., 9., 16. Vm.
λ Tauri . . 15. Febr. Mg., 2. März Ab.
δ Librae . . 19. Febr. Ab., 24. Nm., 1. März Mg., 5. Ab., 10. Nm., 15. Mg.
S Cancri . . 21. Febr. Mg., 2. März Nm., 12. März Mg.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode.

W Virginis . 23. Febr., 11. März.

7. Meteoriten.

Zur Beobachtung des Zodiakallichtes und sporadischer Meteoriten (besondere Schwärme sind Februar bis März nicht angebbar) eignet sich die erste Hälfte des März.

8. Nachrichten über Kometen.

Der Spitalersche Komet hat sich aus den bisherigen Beobachtungen als einer der in den letzten Jahren immer häufiger gewordenen Gestirne von periodischer Bewegung herausgestellt, und kehrt in je $6^1/_2$ Jahren zur Sonne zurück. Der Komet steht jetzt in der Milchstrafse, im „Fuhrmann“. Das grofse Fernrohr der Lick-Sternwarte hat in den Händen des unermüdlichen Barnard abermals einen grofsen Triumph gefeiert: am 22. November ist es Barnard nach mancher vergeblichen Nachsuchung gelungen, den periodischen Kometen Brooks vom Jahre 1889 nochmals in dessen äufserster Lichtschwäche nach der Ephemeride Berberichs aufzufinden.





Siegm. Günther, Handbuch der mathematischen Geographie. Stuttgart, J. Engelhorn 1890. — Preis 16 Mark.

Das vorliegende Werk betrachtet das Gebiet der mathematischen Erdkunde von wesentlich anderen Gesichtspunkten, als es bei diesem Gegenstande in anderen Büchern zumeist der Fall ist. Der Stoff wird hier folgendermafsen geordnet. Der Verfasser wendet sich zuerst zu den Definitionen, welche auf die Erde als Kugelkörper Beziehung haben und den auf ihr vorgenommenen Messungen zur Bestimmung der Dimensionen der Erdkugel (Entwicklung des Messens und der Grundbegriffe der sphärischen Astronomie, Beweise der Kugelgestalt der Erde, Gradmessungen u. s. w.), dann betrachet er in einem zweiten Theile die über die Lage eines Punktes der Erdoberfläche entstehenden Aufgaben (Zeit-, Längen- und Breitenbestimmung, Höhenmessen), endlich im dritten Theile die Bewegung des Erdkörpers im Planetensysteme und die damit verbundenen Messungen und Begriffsfestsetzungen (Beweise für die tägliche und jährliche Rotation der Erde, Distanzbestimmung der Erde von der Sonne, Weltsysteme, Keplers Gesetze, Störungen der Erdbewegung). Die Behandlung der Materie der einzelnen Kapitel weicht ebenfalls beträchtlich von der gegewöhnlich befolgten Methode ab, da der Verfasser viel Gewicht auf die historische Entwickelung der Grundbegriffe und der Messungsarten legt, ein Verfahren, zu welchem der Verfasser infolge seiner vielfältigen Studien auf historischem Gebiete berufen ist wie kaum ein Anderer. Das Festhalten des historischen Gedankens und die Fülle von Material, das hierin zu Tage tritt (sehr viel ist in den Fufsnoten der einzelnen Seiten enthalten), machen allein schon das Buch werthvoll. Mit Vergnügen wird man beispielsweise die schöne Darstellung der allmählichen Entwickelung der astronomischen Mefsinstrumente lesen oder den historischen Abrifs über die Weltsysteme der Alten und des Mittelalters. Bei den einzelnen Gegenständen geht der Verfasser nicht allzusehr in Details ein, da das Buch kein Lehrbuch der mathematischen Geographie, vielmehr ein „Handbuch" sein soll. Vermöge dieser eigenthümlichen Ziele und Behandlungsart sind einige Besonderheiten in der Form des Werkes geschaffen, mit denen sich möglicherweise mancher im ersten Augenblick nicht ganz einverstanden erklären wird. Es bedarf nämlich einiger Aufmerksamkeit, die einzelnen Definitionen schnell aufzufinden (wozu allerdings das Register verhilft), da diese hier bisweilen der entwickelnden Methode entsprechend, an ungewohntem Orte stehen. So z. B gelangt der Verfasser zum Begriffe der Sonnenparallaxe und den Methoden ihrer Bestimmung erst im 3. Haupttheile, den Betrachtungen der Bewegung der Erde im Planetensysteme, in welchem Theile das genannte Kapitel seinen natürlichen Platz findet, während man es sonst entweder neben die Finsternisse und Planetenvorübergänge stellt, oder ihm einen besonderen Abschnitt anweist. Ferner bedingt der Begriff eines Handbuches, dafs eben so wenig leichten Darstellungen wie schwierigen

Theorien aus dem Wege gegangen werden durfte, sondern an beide herangetreten werden mufste. Deshalb findet der Leser die ihn vielleicht anfänglich befremdende Erscheinung, dafs manche Kapitel (beispielsweise die treffliche Darstellung der Begriffe über die Eintheilung der scheinbaren Himmelskugel) völlig populär und jedem Gebildeten verständlich geschrieben sind, während andere (wie die Kapitel über das Geoid, die Niveauflächen der Erde) einen beträchtlich festen Mathematiker zum Verständnifs voraussetzen und die der Nichtkenner füglich überschlagen mufs. Dies waren Unvermeidlichkeiten, die nicht leicht umgangen werden konnten. Trotzdem wird aber auch der minder gewandte Leser den Werth des Buches sehr bald zu würdigen wissen. Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich annehme, dafs auch viele Astronomen in dem Werke manche Notiz finden werden, die ihnen nicht immer so ganz geläufig ist, und wünsche darum dem Buche bei Fachleuten sowohl als denen, die nach gründlicher Belehrung streben, die beste Aufnahme.

F. K. Ginzel.



A. Lancaster, Liste générale des observatoires et des astronomes. 3. éd. Bruxelles, Hayez, 1890.

Das vorliegende Adrefsbuch der heutigen „astronomischen Welt" wird vielen zur Gewinnung eines Ueberblicks über die Verbreitung der Himmelsforschung auf der Erde sehr willkommen sein. Abgesehen von den zahlreichen „Astronomes libres" wird, wie aus dieser sorgfältigen Zusammenstellung hervorgeht, an nicht weniger als 303 Sternwarten die beobachtende Sternkunde gepflegt, 22 wissenschaftliche Gesellschaften sorgen für das Zusammenwirken der verschiedenen Einzelkräfte, und 19 speziell astronomische Zeitschriften, darunter 7 deutsche, bewerkstelligen den Ideenaustausch zwischen den Gelehrten einerseits, sowie die Vermittlung der strengen Forschung mit dem astronomisch interessirten Laienpublikum andererseits. — Das vorliegende Werkchen ist übrigens auch dadurch besonders werthvoll, dafs es die vollständigsten und neuesten Angaben über die geographischen Coordinaten der Sternwarten liefert.

F. Kbr.



Winterhalter, The international astrophotographic congress and a visit to certain european observatories and other institutions. Washington, 1889.

Dieser als Appendix I zu den „Washington Observations for 1885" soeben versandte und in liberalster Weise den meisten Astronomen zum Geschenk gebotene Band weist neben einem Bericht über den Pariser photographischen Congrefs von 1887 eine sehr werthvolle und durch vortreffliche Illustrationen gezierte Beschreibung der wichtigsten europäischen Sternwarten und Mechaniker-Werkstätten auf. Die Herausgabe eines solchen Werkes beweist wiederum das nicht genug zu rühmende Bestreben der amerikanischen Wissenschaft, mit der Forschung in der alten Welt in naher Beziehung zu bleiben und die Errungenschaften der Europäer auch für transoceanische Einrichtungen und Fortschritte nutzbar zu machen. — Für jeden, der sich über die eigenartigen Einrichtungen der verschiedenen bedeutenderen europäischen Sternwarten instruiren will, wird das vorliegende Werk ein hochinteressanter Führer sein.

Kbr.



Umlauft, Prof. Dr. Friedrich, Das Luftmeer. Die Grundzüge der Meteorologie und Klimatologie nach den neuesten Forschungen gemeinfafslich dargestellt. Lieferung 1—9, 288 S. mit vielen Karten, Tafeln und Abbildungen. Wien, Pest und Leipzig, A. Hartleben.

Nach der Anzahl der in den letzten beiden Jahren erschienenen Lehrbücher der Meteorologie zu urtheilen, scheint das allgemeine Interesse an der Meteorologie und den damit in Verbindung stehenden Wissenschaften in rapidem Wachsen begriffen zu sein. Der allerneuesten umfassenden Darstellung aus der Feder von Prof. Umlauft glauben wir eine grofse Verbreitung prophezeien zu dürfen, da die Behandlung des Stoffes gemeinfafsliche lebendige Schilderung mit sachlicher Zuverlässigkeit und Gründlichkeit vereint, was von sogenannten populären Schriften nicht allzu häufig gesagt werden kann. Durch zahlreich eingeflochtene Erzählungen von Reisenden, vielfache historische und biographische Mittheilungen wird die Darstellung abwechslungsreich und dadurch dem Laien leichter lesbar, für den nichts unbequemer ist, als die knappe akademische Form. Zugleich hat sich die wohlbekannte Verlagshandlung bemüht, durch eine reichliche Ausstattung mit Bildern und Karten, die in der grofsen Mehrzahl als wohlgelungen zu bezeichnen sind, das Anschauungsmaterial möglichst anregend und eindrucksvoll zu gestalten.

Das Werk soll sich nicht nur auf die Lehre von den meteorologischen Instrumenten, den Bewegungen des Luftmeeres, praktische Meteorologie und Klimatologie beschränken, sondern wird als Anhang noch interessante Themata behandeln, die zu der Meteorologie Beziehungen haben, aber meist in anderen Disciplinen abgehandelt werden, z. B. Seen- und Gletscherschwankungen, Verwitterung und Denudation der Erdoberfläche, Einflufs des Klimas auf den Menschen u. s. w.

Hoffentlich wird dieses Werk dazu beitragen, in weiteren Kreisen besseres Verständnifs für die Zwecke und Ziele der modernen Meteorologie zu verbreiten.

E. W.





Herrn W. L. in Breslau. Die in Ihrer werthen Zuschrift bezüglich der Temperatur des Mondes geäufserte Ansicht, dafs sich Hitze und Mangel an Luft ausschliefsen, mufs in dieser Allgemeinheit als unrichtig bezeichnet werden. Wenn Sie jemals im Sonnenschein einen hohen Berg bestiegen hätten, würden Sie wissen, dafs sich das Gestein trotz der dünnen Luft erheblich durch die Sonnenstrahlen erhitzt und dafs auf den Menschen dort oben die intensive Strahlung sogar so unangenehm wirkt, dafs die Haut förmlich verbrannt wird und sich abschält. Es ist dies eine Folge davon, dafs der gröfste Theil der durch die Luft bedingten Absorption der Sonnenwärme in hohen Regionen in Fortfall kommt. Feste Körper vermögen sich also auch ohne Lufthülle durch Bestrahlung zu erwärmen, nur die Luft selbst vermag auf Bergen wegen ihrer geringen Dichtigkeit und grofsen Durchsichtigkeit keine hohe Temperatur anzunehmen. — Das von Ihnen vorgeschlagene Experiment, die Entzündung einer Substanz mit Hilfe eines Brennglases unter der Glocke der Luftpumpe zu versuchen, würde darum nicht gelingen, weil zu einer „Entzündung", d. h zu einer mit grofser Wärmeentwicklung verknüpften Verbindung mit Sauerstoff, immer die Anwesenheit des letzteren erforderlich ist. Wohl aber könnte durch hinreichende Concentration der Strahlen ein Erglühen eines Körpers auch unter der Glocke einer Luftpumpe erzielt werden. Ueberhaupt mufs scharf unterschieden werden zwischen „Glühen" und „Brennen", das erstere ist ein physikalischer Vorgang, der an eine bestimmte Temperatur gebunden ist, das Brennen aber ist ein chemischer Vorgang, der zwar häufig (z. B. in den Flammen) eine Temperatursteigerung bis zum Erglühen mit sich bringt, aber auch bei niedrigerer Temperatur (z. B. bei der Blutverbrennung in unseren Lungen) von statten gehen kann.

Herr C. W. Wien. Wegen Nichtangabe Ihrer Adresse in Wien ist Ihr Brief noch unbeantwortet geblieben. Bei Anfragen, die ein spezielleres Interesse darbieten, oder deren Erledigung aus Raummangel nicht im Sprechsaal erfolgen kann, sind wir gern zu brieflichen Mittheilungen bereit. Wir bitten aber dann um möglichst genaue Angabe der Adresse, da wir andernfalls nicht dafür bürgen können, dafs die brieflichen Mittheilungen in die Hände unserer geehrten Leser gelangen.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Die Ortsbestimmungen und Hülfsmittel zur Führung eines Schiffes auf See.

Von Admiralitätsrath **Rottok** in **Berlin**.

Den Weg des Schiffes über See von Ort zu Ort auf der Erde zu bestimmen und das Schiff auf diesem zu dirigiren, ist die vornehmste Aufgabe des mit der Führung eines Schiffes betrauten Seemannes. Für die Wahl des Weges mafsgebend sind Sicherheit des Schiffes und Schnelligkeit der Reise; die erstere Anforderung verlangt offenes, für das Schiff genügend tiefes Fahrwasser und Vermeidung von Klippen, Untiefen und Gefahren, die zweite macht die Berücksichtigung aller einschlägigen meteorologischen und physikalischen Verhältnisse des Meeres nothwendig, um in kürzester Zeit das Schiff an sein Ziel zu bringen. Die Innehaltung des gewählten Weges erfordert eine stete Kenntnifs der Position des Schiffes, in offener See sowohl wie im Angesicht des Landes, und die danach erfolgende Kontrolle des Kurses.

Es kann und soll nicht der Zweck dieser Zeilen sein, auf die angedeuteten umfangreichen Gebiete der Meteorologie, Hydrographie und Physik des Meeres, mit welchen der Navigateur, um dem ersten Theil seiner Aufgabe gerecht werden zu können, vertraut sein mufs, einzugehen, vielmehr sollen dieselben sich lediglich mit dem zweiten Theil der Aufgabe beschäftigen und den Leser mit den Mitteln und Wegen, welche dem Seemann zur Innehaltung seiner Route zu Gebote stehen, und den Methoden der Ortsbestimmung auf See, soweit sich dies in dem Rahmen eines dieser Zeitschrift entsprechenden kurzen Aufsatzes ermöglichen läfst, bekannt machen.

Die hauptsächlichsten Hülfsmittel, welche dem Seemann zur Lösung seiner navigatorischen Aufgabe zur Seite stehen, sind Kompafs, Log, Loth,

Seekarten, Spiegelinstrumente, (wie Quintanten, Sextanten, Oktanten) und Chronometer. Während die beiden letztgenannten Instrumente als allgemein bekannt angesehen werden dürfen, wird es sich empfehlen, zum besseren Verständnifs des Späteren den ersteren eine kurze Erwähnung zu schenken.

Der Kompafs dient zur Festlegung und Innehaltung des Schiffskurses und zur Bestimmung der Richtung, in welcher sich bekannte terrestrische Gegenstände und Gestirne vom Schiffe aus befinden. Der Kompafs besteht der Hauptsache nach aus der Kompafsrose und dem Gehäuse. Die Rose ist eine kreisrunde Scheibe aus starkem Papier oder dünnem Metallblech, an deren oberer Fläche sich eine der Windrose entsprechende Eintheilung in ganze und viertel Striche — jeder Quadrant, von Norden nach Osten, von Norden nach Westen, von Süden nach Osten und von Süden nach Westen enthält 8 Striche, so dafs ein Strich einen Bogen von $11^1/_4{}^0$ umfafst — und in Grade enthält, und an deren unterer Seite mehrere, unter sich und mit der Nord-Südlinie der Rose parallel laufende Magnetnadeln befestigt sind. In der Mitte der Rose befindet sich das Hütchen, ein mittelst einer Messingfassung an der Rose befestigter harter, glatt-polirter Stein, mit welchem die Rose auf einem in der Mitte des Gehäuses angebrachten scharfen Dorn, der Pinne, derart aufgesetzt wird, dafs sie sich auf derselben mit geringer Reibung in horizontaler Richtung frei bewegen kann.

Das Gehäuse ist ein aus Messing oder Rothgufs hergestellter — Eisen und eisenhaltige Metalle müssen ihrer magnetischen Einwirkungen wegen vom Kompafs möglichst fern gehalten werden — zur Aufnahme der Rose dienender Kessel. Derselbe wird durch einen Glasdeckel geschlossen, in seiner Mitte befindet sich die erwähnte Pinne, und an der inneren Wandung desselben sind zwei einander diametral gegenüberliegende Striche, die Steuerstriche, angebracht, deren Verbindungslinie bei richtig aufgestelltem Kompafs parallel der Längsaxe des Schiffes läuft. Das Gehäuse wird mittelst zweier konzentrischer Ringe (kardanische Aufhängung) an einem mit dem Schiffe fest verbundenen Stativ angebracht. Zur Bestimmung der Richtung von irdischen Gegenständen oder Gestirnen sind an einem um den Glasdeckel des Gehäuses drehbaren Metallring zwei diametral sich gegenüberliegende Diopter befestigt, über welche man nach dem zu bestimmenden Objekt visirt (der Seeman nennt die Bestimmung „peilen“ und die Richtung „Peilung“); das Okular-Diopter ist mit einem schmalen Schlitz, das Objektiv-Diopter mit einem Haar und mit einem Glasspiegel zum Reflektiren von Himmelskörpern versehen.

Da die Kompafsrose sich frei auf der Pinne bewegen kann, so behält dieselbe bei einer Drehung des Schiffes infolge der Richtkraft der Magnetnadeln ihre Lage unverändert bei, d. h. die Nord-Südlinie derselben fällt in den magnetischen Meridian, und der mit dem vorderen Steuerstrich zusammenfallende Theilstrich der Rose giebt die Richtung der Längsaxe des Schiffes oder den Schiffskurs an.

Durch die den Eisentheilen des Schiffes eigenen magnetischen Kräfte erfährt die Kompafsnadel an Bord in der Regel eine Ablenkung aus dem magnetischen Meridian, welche Deviation genannt wird und auf eisernen Schiffen eine beträchtliche Gröfse erreichen kann. Dieselbe mufs ermittelt und bei allen Kompafsangaben und sich darauf beziehenden Rechnungen in Rücksicht gezogen werden. Oft erreicht die Deviation einen so grofsen Betrag, dafs sie für die Navigation und die Schiffsmanöver störend ist; in diesem Falle wird dieselbe oder ein Theil derselben durch Anbringung künstlicher Magnete oder weicher Eisenmassen aufgehoben. Da die magnetischen Eigenschaften des Schiffseisens sich sowohl mit der Zeit als auch mit der Ortsveränderung des Schiffes infolge der Veränderungen der dieselben bedingenden erdmagnetischen Elemente ändern, so ist auch die Deviation einer fortwährenden Aenderung unterworfen und ist eine wiederholte Ermittelung derselben nothwendig. Dieselbe erfolgt dadurch, dafs man das Schiff durch alle Kurse der Kompafsrose drehend auf allen Kompafsstrichen entweder ein entferntes Objekt, dessen magnetische Richtung bekannt ist, oder ein Gestirn, dessen magnetisches Azimuth man sich berechnet, mittelst des Kompasses peilt. Der Unterschied zwischen der richtigen magnetischen Richtung und der Peilung ergiebt die Deviation auf dem betreffenden Kurse.

Mit dem Log wird die Geschwindigkeit oder Fahrt des Schiffes gemessen. Unter Fahrt des Schiffes versteht man den in Seemeilen ausgedrückten Weg, welchen das Schiff in einer Stunde zurücklegt. Die Seemeile, das allgemein in der Navigation gebräuchliche Längenmafs, ist gleich einer mittleren Meridianminute der Erdkugel oder gleich dem 360×60 sten Theil des Erdumfanges, danach gleich $\frac{40000000}{21600}$ $= 1851{,}852$ oder rund 1852 Meter. Das der Fahrtmessung mittelst des Logs zu Grunde liegende Prinzip ist das folgende: Wenn ein Schiff in einer Stunde eine Seemeile zurücklegt, so macht es in der Sekunde den 3600 sten Theil einer Seemeile oder eine Meridiantertie ($= 0{,}514$ m), und umgekehrt läuft ein Schiff, welches in der Sekunde eine Meridiantertie zurücklegt, in einer Stunde eine Seemeile; macht

es ferner in n Sekunden m Meridiantertien, so macht es in der Stunde m/n Seemeilen und läuft es endlich (um die Bedingungen ganz dem Log anzupassen) in n Sekunden nx Meridiantertien, so läuft es in der Stunde x Seemeilen. Das Log besteht aus der Logleine, dem Logbrettchen und dem Logglas. Die in Knotenlängen eingetheilte Logleine ist auf einer Trommel aufgerollt, von der sie sich beim Loggen ohne grofse Reibung abwickelt; an ihrem Ende ist das Logbrettchen, ein hölzerner Sektor, dessen Peripherie mit einem Bleistreifen beschwert ist, mittelst dreier kurzer Tauenden, die an den drei Ecken des Sektors angebracht sind, befestigt. Im Wasser schwimmt das Brettchen aufrecht mit seiner Spitze nach oben. Das Logglas ist eine einfache, gewöhnlich 14 Sekunden laufende Sanduhr. Die Gröfse der einzelnen Theile der Logleine oder der Knotenlängen ist abhängig von der Zeit, welche das Logglas zum Ablaufen gebraucht, und zwar enthält jede Knotenlänge so viel Meridiantertien, wie das Glas Sekunden zum Ablaufen gebraucht. Der Name Knotenlänge oder einfach Knoten verdankt der Bezeichnung der einzelnen Loglängen auf der Logleine seinen Ursprung; dieselben werden nämlich der Reihe nach durch kurze Tauenden mit 1, 2, 3 u. s. w. Knoten markirt. Die Manipulation beim Loggen ist folgende: Man wirft das Logbrettchen vom Hintertheil des Schiffes über Bord, gleichzeitig das Logglas umdrehend, und läfst die Leine, so lange das Glas läuft, frei von der Rolle abgleiten. Unter der Voraussetzung, dafs das Logbrettchen an der Stelle, wo es über Bord geworfen wurde, während des Loggens liegen bleibt und einen festen Punkt im Wasser bildet, ist dies während des Loggens von der Leine ausgelaufene Stück gleich der von dem Schiffe während der Zeit zurückgelegten Distanz; dieselbe in Knotenlängen ausgedrückt giebt nach der obigen Auseinandersetzung die Anzahl Seemeilen, welche das Schiff bei gleichbleibender Geschwindigkeit in der Stunde zurücklegen würde oder die Fahrt des Schiffes. Aufser diesem gewöhnlichen Log finden noch eine Anzahl sogenannter Patentlogs Verwendung, welche den vom Schiffe zurückgelegten Weg selbstthätig registriren. Dieselben bestehen dem Wesentlichen nach aus einer mehrflügeligen Schraube, welche im Wasser nachgeschleppt wird, und deren Umdrehungen auf ein Räder- und Zeigerwerk übertragen werden, an welch letzterem die Anzahl der während einer bestimmten Zeit zurückgelegten Seemeilen abgelesen werden kann.

Auf wesentlich anderem Prinzip beruht ein in neuester Zeit von dem Marine-Ingenieur Strangmeyer konstruirter und in der deutschen Kriegsmarine mit gutem Erfolge angewandter Fahrtmesser. Der-

selbe benutzt den hydrostatischen Druck des Wassers zur Messung der Schiffsgeschwindigkeit. Ein unter dem Schiffe mit der Mündung nach vorn angebrachtes Rohr überträgt den bei der Vorwärtsbewegung des Schiffes auf dasselbe ausgeübten hydrostatischen Druck des Wassers auf einen Windkessel und weiter auf ein Manometer. Da der hydrostatische Druck in einem bestimmten Verhältnifs zu der Schiffsgeschwindigkeit stehen mufs, kann man, nachdem dies Verhältnifs empirisch ermittelt und die Manometer-Skala hiernach getheilt ist, an letzterer permanent die jeweilige Fahrt des Schiffes ablesen.

Das Loth ist zum Messen der Wassertiefen bestimmt; es warnt den Seemann vor Gefahren bei Annäherung an Untiefen und Bänke und giebt gleichzeitig ein angenähertes Mittel der Ortsbestimmung durch Vergleich der gefundenen Tiefen mit den bekannten und in der Karte verzeichneten. Es besteht aus einem schweren Körper, dessen Form dem Wasser geringen Widerstand bietet und dessen spezifisches Gewicht möglichst grofs ist, welcher an einer nach Meter oder Faden (1 Faden = 6 Fufs) getheilten Leine (oder Draht) befestigt ist. Um die Grundberührung konstatiren und die Art des Meeresgrundes erkennen zu können, ist es mit einer Vorrichtung versehen, die es in den Stand setzt, eine Probe des Meeresbodens aus der Tiefe heraufzubefördern. Die für den gewöhnlichen Schiffsgebrauch verwendeten Lothe sind kegelförmige Bleigewichte von 4—30 kg Gewicht mit einer Höhlung im Boden. Die letztere wird beim Lothen mit Talg ausgefüllt, an welches sich Theilchen des Meeresbodens festsetzen. Um die richtige Tiefe zu erhalten, ist es nothwendig, dafs die Lothleine von der Wasseroberfläche bis zum Grunde senkrecht zeigt, was bei einem in Fahrt befindlichen Schiffe mit Schwierigkeiten verbunden ist und eine gewisse Geschicklichkeit und Uebung des das Loth bedienenden Personals erfordert. Bei gröfseren Tiefen ist eine Verminderung der Fahrt geboten.

Das Lothen in bedeutenden Tiefen erfordert besondere Apparate und Einrichtungen, namentlich auch eine Vorrichtung, welche ein Auslegen des Gewichts beim Aufstofsen auf den Grund herbeiführt, um das zeitraubende Aufholen des Lothes zu erleichtern. Da aber solche Messungen nicht zum eigentlichen Schiffsbedarf gehören, sondern in das Gebiet der Meeresforschung fallen, welche wir später in einem besonderen Kapitel zu behandeln beabsichtigen, so können sie hier füglich übergangen werden.

Es darf jedoch ein für den Schiffsdienst häufig verwendeter Lothapparat nicht unerwähnt bleiben, welcher auf der Messung des

in der Tiefe stattfindenden Wasserdrucks basirt. Da der in einer gewissen Wassertiefe herrschende Druck gleich dem Gewicht der darüber stehenden Wassersäule vermehrt um das Gewicht der Atmosphäre ist, so läfst sich für eine gegebene Tiefe der Druck des Wassers und umgekehrt aus dem beobachteten Druck die Tiefe des Wassers ableiten. Versenkt man eine oben geschlossene, unten offene Röhre ins Wasser, so wird sich das Volumen der in der Röhre eingeschlossenen Luft dem Mariotteschen Gesetz entsprechend nach Mafsgabe des in der Tiefe bestehenden Drucks vermindern. Je tiefer die Röhre gelangt, desto mehr wird die Luft zusammengedrückt und desto weiter dringt das Wasser in die Röhre ein.

Läfst sich an der Röhre, nachdem dieselbe wieder heraufgeholt, erkennen, bis wie weit die Luftsäule zusammengedrückt oder das Wasser eingedrungen war, so kann man aus dieser Länge den Druck und aus dem Druck die Tiefe ableiten, welche die Röhre erreicht. Bei dem bis jetzt am meisten in Gebrauch gewesenen, auf diesem Prinzip beruhenden Lothapparate von Sir William Thomson besteht die mit dem Loth in die Tiefe versenkte cylindrische Röhre aus Glas, ist oben hermetisch verschlossen und innen mit chromsaurem Silber belegt, welches sich beim Lothen, so weit das Seewasser in die Röhre eindringt, gelblich-weifs färbt, während der roth gebliebene Theil des Belags die Länge der zusammengedrückten Luftsäule darstellt. Durch Messen dieser Länge mit einem zugehörigen Mafsstab wird die Tiefe gefunden, welche das Loth erreicht hatte.

Bei dem Bambergschen Tiefenmesser wird die unten konische, oben cylindrische Glasröhre an ihrem unteren Ende durch ein Ventil geschlossen, während beim Lothen das Wasser durch eine am oberen Ende befindliche kleine Capillarröhre in dieselbe eintritt. Sie ist von einem starken Messinggehäuse umgeben, welches gleichzeitig die Tiefenskala trägt.

Ein besonderer Vortheil dieser Lothapparate ist der, dafs die Lothleine oder der Lothdraht, der hier meistens zur Verwendung kommt, nicht senkrecht zu zeigen braucht, die Tiefenmessung vielmehr unabhängig von der Lage der Lothleine ist und demnach ohne eine Fahrtverminderung des Schiffs ausgeführt werden kann.

Die Seekarten enthalten die in verkleinertem Mafstab auf einer Ebene projicirten Darstellungen ganzer Meere oder Theile derselben mit oder ohne die angrenzenden Küsten. Je nach dem Gebrauch, für welchen sie bestimmt, wird der Mafsstab gröfser oder kleiner gewählt und unterscheidet man hiernach Generalkarten, Segelkarten. Küsten-

karten, Spezial- und Hafenkarten. Die für die Seekarten allgemein übliche Projektion ist die Mercatorsche, so genannt nach ihrem Erfinder, dem deutschen Geographen Gerhard Mercator (1569). Bei dieser Projektion bilden die Breitenparallele und Meridiane gerade, sich unter einem rechten Winkel schneidende Linien, und zwar sind die Theile der Breitenparallele (also die Grade und Minuten der Länge) alle gleichgrofs, während die Theile der Meridiane (also die Grade und Minuten der Breite) nach den Polen zu in demselben Verhältnifs vergröfsert werden, wie die Breitenparallelbogen in Wirklichkeit auf der Erdkugel kleiner werden, so dafs hierdurch das richtige Verhältnifs zwischen Meridian- und Breitenparallelbogen bewahrt bleibt. Solche Karten haben für die Schiffahrt den wesentlichen Vortheil, dafs die Kurslinie des Schiffes, die sog. Loxodrome, welche mit allen auf einander folgenden Meridianen gleiche Winkel bildet, auf demselben eine gerade Linie bildet, und der Weg des Schiffes von einem Ort zum andern sich durch eine solche Linie einfach in die Karte eintragen resp. aus derselben entnehmen läfst.

In der Karte sind die genauen Umrisse der Küste, die Höhenverhältnisse derselben, die vom Meere aus sichtbaren Landobjekte, wie Leuchtthürme, Kirchen, besondere Marken und alle hervorragenden Objekte, die zur Orientirung wichtig sind, ebenso alle Inseln, Felsen, Bänke und Untiefen ihrer Lage und Gestalt nach, die Meerestiefen und die Beschaffenheit des Meeresbodens, soweit sie bekannt sind, die Tonnen, Baken und sonstigen Seezeichen, welche zur Bezeichnung eines Fahrwassers oder von Untiefen ausgelegt sind, Richtung und Stärke der Strömungen, die Himmels- oder Kompafsrichtungen und sonstige für die Navigirung wichtigen Angaben eingetragen.

Die Seekarten geben somit ein möglichst vollständiges Bild der Meeresverhältnisse, soweit sie für die Schiffahrt von Wichtigkeit sind, und dienen dem Seemann als Grundlage für seine Operationen; nach der Karte bestimmt er unter Berücksichtigung der meteorologischen Verhältnisse, welche namentlich für Segelschiffe naturgemäfs eine grofse Rolle spielen, den vom Schiffe einzuschlagenden Weg von Hafen zu Hafen, in dieselbe trägt er den jeweiligen Standort des Schiffes ein, nach derselben ist er im stande die Lage desselben zu übersehen, die Kurse zu entnehmen und zu kontrolliren.

Die Bestimmung des Schiffsortes erfolgt in der Nähe der Küste und in Sicht des Landes mit Hülfe der der Lage nach bekannten Landobjekte, in offener See durch astronomische Beobachtungen unter

Zuhülfenahme der Angaben von Kompafs und Log d. h. des gesteuerten Kurses und der zurückgelegten Distanz.

Zur Erleichterung der Navigirung an den Küsten dienen aufser den natürlichen Objekten, wie Berggipfel, Landspitzen u. dergl. oder hervorragender und von See aus ins Auge fallender Bauten, Kirchen, Kasernen, u. s. w., noch besondere Marken, welche an vielen für die Orientirung wichtigen Punkten errichtet sind, wie aus Holz, Stein oder Eisen gebauten Baken oder Thürme, die durch ihre Form, durch ihren Anstrich und sonstige besondere Merkmale sich von einander unterscheiden und an denselben kenntlich sind. Zur Orientirung in der Nacht dienen die Leuchtfeuer, die, einen bestimmten Bogen des Horizonts beleuchtend, dem Schiffer auch in der Dunkelheit mit angenäherter Genauigkeit seine Position zu bestimmen ermöglichen; sie unterscheiden sich von einander durch ihre von der Höhe über der Meeresoberfläche und der Lichtstärke abhängige Sichtweite, durch ihre Farbe und Charakteristik (festes Feuer, Blinkfeuer, welche in bestimmten Zeitintervallen verdunkelt sind, in den verschiedensten Variationen). An den gut beleuchteten Küsten sind die Entfernungen der Feuer gewöhnlich so geregelt, dafs man an der Küste entlang fahrend sich stets in dem Kreise eines Feuers, gewöhnlich sogar in zwei Feuerkreisen befindet. Eine Verwechslung der an derselben Küstenstrecke liegenden Feuer ist durch die verschiedene denselben gegebene Charakteristik ausgeschlossen. Entsprechend aufgestellte Leitfeuer, die in einer Richtung gesehen, eine bestimmte Linie angeben, ermöglichen auch das nächtliche Einsegeln in engen und von Untiefen besetzten Gewässern.

An den Küsten aller civilisirten Staaten sind die Fahrwasser und Untiefen durch bestimmte Zeichen, schwimmende und feste, kenntlich gemacht; solche Zeichen bestehen in Tonnen von verschiedener Form (stumpfe, spitze, Kugel-, Fafstonnen) die zur weiteren Unterscheidung noch besondere Toppzeichen (Stange mit Ball, Flagge, Kreuz u. s. w.) und einen bestimmten Anstrich erhalten, in den Grund gesteckte Stangen und Pfähle oder gröfsere Aufbauten. In neuerer Zeit hat man in verschiedenen Staaten dieser Bezeichnung ein einheitliches System zu Grunde gelegt, und es steht zu erwarten, dafs in nicht allzuferner Zeit ein solches internationales Betonnungssystem für alle Länder zum Segen der Schiffahrt zur Einführung gelangt.

Mit Hülfe der bekannten Objekte wird die Position des Schiffes an der Küste wie folgt festgelegt:

Sind zwei Objekte gleichzeitig sichtbar, so bestimmt man mittelst des Kompasses die Richtung beider vom Schiffe aus, trägt diese

Richtungen (Peilungen) in die Karte ein als gerade, durch das Objekt gehende Linien, mit Hülfe des in der Karte verzeichneten Kompasses, dann ist der Schnittpunkt beider der Schiffsort bei der Peilung. Sind die Objekte nicht gleichzeitig sichtbar, sondern nach einander, so läfst sich die Aufgabe in ganz ähnlicher Weise lösen, indem man noch den zwischen beiden Peilungen zurückgelegten Weg berücksichtigt und in der Karte konstruirt.

Ist nur ein Objekt sichtbar, so ist aufser der Richtung auch der Abstand von demselben zu bestimmen; wenn die Höhe des Objektes bekannt ist, so läfst sich dies durch Höhenwinkelmessung bewerkstelligen. Die Ausführung und Berechnung macht keine Schwierigkeit; beträgt die Höhe des Objektes H Meter und ist der gemessene Höhenwinkel gleich m Minuten, dann ist die Entfernung des Objektes in Seemeilen ausgedrückt $\frac{13}{7} \frac{H}{m}$; die Ableitung der Formel ist einfach und kann hier übergangen werden. Ein ebenso einfacher Ausdruck läfst sich für die Entfernung des Beobachters vom Horizont (oder der Kimme, wie in der Seemannssprache die scheinbare Schnittlinie zwischen Himmelsgewölbe und Meeresniveau auch genannt wird) ableiten; sie ist gleich $2{,}08 \sqrt{h}$ Seemeilen, wenn h die Augenhöhe des Beobachters (von welcher die Entfernung des sichtbaren Horizontes abhängig) in Metern bedeutet. Die Entfernung eines Gegenstandes, welcher gerade im Horizont auftaucht oder in demselben verschwindet (wie dies bei Leuchtfeuern oft beobachtet wird) ist hiernach gleich $2{,}08\ [\sqrt{h} + \sqrt{H}]$. Es wird hierdurch ein sehr bequemes und viel benutztes Mittel gegeben, den Abstand des Schiffes von einem terrestrischen Objekte zu bestimmen, und wird namentlich Nachts beim Insichtkommen eines Leuchtfeuers Gebrauch davon gemacht; ist dasselbe vom Deck des Schiffes aus noch nicht wahrnehmbar, so steigt man in die Takelage, bis dasselbe im Horizont erscheint; die Augenhöhe des Beobachters über der Meeresoberfläche, bei welcher dies der Fall ist, ergiebt nach dem Vorstehenden ohne Schwierigkeit die Entfernung. Kennt man die Höhe des sichtbaren Gegenstandes nicht, so hilft man sich oft dadurch, dafs man zunächst einen Höhenwinkel mifst, dann eine bestimmte Strecke auf das Objekt zu oder von demselben abläuft und nun wieder einen Höhenwinkel nimmt; mit Hülfe zweier ebener rechtwinkeliger Dreiecke läfst sich aus den bestimmten Stücken die Distanz leicht berechnen. Auch beim Vorübersegeln läfst sich durch 2 Peilungen eines Objektes mit Berücksichtigung des zwischen beiden liegenden Kurses und der abgelaufenen Distanz die Entfernung sowohl durch Konstruktion

als durch Rechnung (in dem durch die beiden Peilungslinien und den Kurs gebildeten Dreieck sind alle Winkel und eine Seite bekannt) finden.

Die Bestimmung des Schiffsbestecks — unter Besteck versteht der Seemann die durch geographische Länge und Breite ausgedrückte Position des Schiffes — aus den gesteuerten Kursen und abgelaufenen Distanzen, wie dies auf hoher See zu den täglichen Aufgaben des Navigateurs gehört, geschieht entweder durch Konstruktion, indem man auf der Karte von dem Abgangsorte aus die gesteuerten Kurse mit den Distanzen einträgt, und Länge und Breite des so erhaltenen Ankunftsortes aus der Karte entnimmt, oder durch Rechnung; die letzere läfst sich auf die Bestimmung ebener rechtwinkeliger Dreiecke zurückführen, wie dies aus dem Folgenden kurz auseinandergesetzt werden soll. Steuert ein Schiff rechtweisend Nord oder Süd — unter rechtweisenden Richtungen versteht man in der Navigation die wahren geographischen Richtungen zum Unterschiede von den mifsweisenden oder magnetischen, welche sich auf den magnetischen Meridian beziehen, also von den ersteren um den Betrag der magnetischen Deklination oder Mifsweisung differiren, und den Kompafsrichtungen, welche nach der Schiffs-Kompafsrose angegeben sind, demnach noch um die Gröfse der Deviation von den letzteren abweichen —, also im Meridian, so ist die in Seemeilen ausgedrückte Distanz gleich der Breitenänderung in Minuten (wie sich dies aus der Definition der Seemeile unmittelbar ergiebt), und man erhält die Position des Schiffes ohne weiteres durch Anwendung derselben auf die Breite des Abgangsortes; die Länge bleibt unverändert.

Steuert man in einem Breitenparallel, rechtweisend Ost oder West, so verändert man nur in Länge. Auf dem Aequator würde die Anzahl der zurückgelegten Seemeilen gleich der Längenveränderung in Minuten sein; auf jedem anderen Breitenparallel ist aber die Seemeile gröfser als eine Längenminute, und zwar ist eine Seemeile gleich einer Längenminute multiplizirt mit der Secante der Breite des Breitenparallels, da die Längen der Breitenparallele oder entsprechender Theile derselben sich auf der Erdoberfläche bekanntlich wie die Cosinusse ihrer Breiten verhalten. Demnach erhält man die Positionsveränderung des Schiffes in Längenminuten, indem man die auf dem Breitenparallel zurückgelegte, in Seemeilen ausgedrückte Distanz — A b w e i c h u n g genannt — mit dem Cosinus der Breite dividirt.

Segelt man weder im Meridian noch auf einem Breitenparallel, sondern in irgend einer anderen, alle Meridiane unter demselben Winkel schneidenden Kurslinie, und denkt sich die letztere mit zugehöriger Distanz auf der Karte aufgetragen, so wird durch dieselbe und den

durch ihre Endpunkte gezogenen Meridian und Breitenparallel ein rechtwinkliges Dreieck, das Kursdreieck, gebildet, in welchem die Hypothenuse gleich der Distanz, die dem Kurswinkel anliegende Kathete der Breitenunterschied und die demselben gegenüberliegende Kathete die Abweichung ist; nach demselben läfst sich nun Kurs und Distanz, Breitenunterschied und Abweichung berechnen. Die Abweichung mufs nun noch in Längen verwandelt werden, um die Längenveränderung (gewöhnlich Längenunterschied genannt) zu erhalten; die Abweichung als auf dem Breitenparallel des erreichten Ortes liegend anzusehen, würde natürlich nicht richtig sein, es entspricht aber der Wirklichkeit ziemlich genau, wenn man dieselben zur Verwandlung in den Längenunterschied mit der Secante der mittleren, zwischen Abgangs- und Ankunftsort gelegenen Breite multiplizirt.

Dies ist im allgemeinen der Gang der Besteckrechnung. Um zwischen zwei gegebenen Punkten Kurs und Distanz zu finden, wird umgekehrt verfahren. Die Rechnung läfst sich logarithmisch ohne Schwierigkeit ausführen; da sich aber die angegebenen Relationen durch zwei ebene rechtwinkelige Dreiecke (Kurs- und Mittelbreitendreieck) ausdrücken lassen, so werden in der Regel für die Berechnung auch Hülfstafeln rechtwinkeliger Dreiecke benutzt, aus denen man mit zwei Bestimmungsstücken die beiden anderen entnehmen kann; solche Hülfstafeln findet man in allen nautischen Tafeln, die noch eine ganze Reihe anderer die nautischen Rechnungen erleichternder Zusammenstellungen enthalten und so zu sagen zum Handwerkszeug des Seemanns gehören.

Sind mehrere Kurse hintereinander gesteuert, so nimmt man nicht jeden Kurs für sich, sondern aus allen den resultirenden Kurs, den sogen. Generalkurs, indem man die einzelnen Kurse in ihre Komponenten nach den beiden Hauptrichtungen Nord-Süd und Ost-West zerlegt. Man nennt dies Verfahren in der Seemannssprache „Koppeln.“ Es ist selbstverständlich, dafs auf die einzelnen Kurse die Deviation, sowie auf den Gesamtkurs die Mifsweisung angewandt werden mufs, da der weiteren Berechnung rechtweisende Kurse zu Grunde liegen.

Wenngleich die oben besprochene Methode der Besteckrechnung auf See täglich zur Anwendung kommt, so ist sie doch nicht die für die Festlegung der Schiffsposition mafsgebende Methode, als solche ist vielmehr die auf astronomische Beobachtungen gegründete Bestimmung anzusehen, neben welcher die Rechnung nach Kurs und Distanz nur zur Kontrolle und zur Aushülfe dient, wenn astronomische Beobachtungen nicht zu erlangen sind. (Schlufs folgt.)



Ein Besuch des meteorologischen Instituts zu Berlin und seiner Observatorien bei Potsdam.

Von Dr. **Ernst Wagner**,
Assistent des Königl. Preufsischen Meteorologischen Instituts.

(Schlufs.)

In der Abtheilung II, welcher Dr. Afsmann vorsteht, werden die Gewitter und aufserordentliche meteorologische Erscheinungen bearbeitet. Hier werden die von etwa 1300 Beobachtern eingehenden Meldungen über Gewittererscheinungen auf vorgedruckten Postkarten gesammelt, gebucht und zu wissenschaftlichen Darstellungen verwendet. Welche Arbeit hierin steckt, möge der Umstand lehren, dafs in einem Jahre mehr als 20 000 Postkarten zu behandeln sind. Aus ihnen wird die Entstehung und Verbreitung der Gewitter in grofsen kartographischen Darstellungen für jeden Gewittertag zusammengestellt und die immer mehr anwachsenden Sammlungen dieser „Isobrontenkarten" bilden ein sehr wesentliches Material für das fernere Studium der Gewittererscheinungen. Isobronten bedeuten Linien, welche diejenigen Orte verbinden, welche zu gleicher Zeit den ersten Donner des aufziehenden Gewitters vernommen haben — dieses Verfahren, durch solche graphischen Hilfsmittel das Verhalten der Gewitter zu verfolgen, wurde zuerst im Jahre 1879 im bayerischen Netze mit Erfolg in Anwendung gebracht.

Aufser den in grofsen Kästen wohlgeordneten Sammlungen der Postkarten, welche nach gewitterreichen Sommertagen dieser Abtheilung vorübergehend das Aussehen eines Postbureaus verleihen, sehen wir noch Sammlungen von Akten und Karten mit Aufschriften wie: „Orkan von Krossen, Tornado von Wetzlar, Schneefall December 20—24 1886, u. s. w.

Wir betreten nun bei unserer Besichtigung das Arbeitszimmer des Direktors, Geh. Regierungsraths Professors W. von Bezold, welcher in seiner akademischen Thätigkeit ursprünglich nicht als Meteorologe,

sondern als Experimentalphysiker gewirkt hat, und als solcher durch ein im Auslande sehr geschätztes, in Deutschland viel zu wenig verbreitetes Werk über die „Farbenlehre im Hinblick auf Kunst und Kunstgewerbe" bekannt geworden ist. Im Jahre 1878 wurde er zur Leitung des neu zu errichtenden bayerischen meteorologischen Netzes berufen, und die dabei gesammelten Erfahrungen befähigten ihn im besonderen Maſse die Reorganisation des preuſsischen Stationsnetzes durchzuführen, an dessen Spitze er seit Oktober 1885 getreten ist. Gleichzeitig wurde ihm die erste Professur für Meteorologie in Deutschland an der Berliner Universität übertragen, und seitdem giebt es wirklich einige junge Gelehrte, welche Meteorologie als Hauptfach ihrer Studien betreiben konnten, was früher garnicht möglich gewesen wäre. Alle Meteorologen waren bisher stets in anderen Gebieten exakter Forschung thätig gewesen. Schon aus diesem Grunde ist es erklärlich, daſs die Meteorologie immer als Dependenz anderer Wissenschaften galt, entweder der Physik oder der Astronomie, welche ihr durch ihre mit den Sternwarten lange Zeit ausschlieſslich und vielfach noch jetzt verbundenen Stationen manche Unterstützung gewährt hat.

Doch gereichte diese Abhängigkeit der Meteorologie keineswegs zum Vortheil, denn vielfach sind ihr dadurch Methoden der Beobachtung und Berechnung aufgebürdet worden, welche als direkt hinderlich vielfach erst jetzt durch bessere ersetzt worden sind; ihre Emancipirung war also eine dringende Nothwendigkeit, am meisten haben hierzu freilich die Bedürfnisse ihrer praktischen Verwendung mitgewirkt.

Als Hauptschmuck des Direktorialzimmers blickt ein schönes Porträt Alexander von Humboldts sinnend auf den Besucher herab. Seine Anwesenheit an diesem Platze ist nicht ohne tiefere Bedeutung, denn in diesem vielseitigen Manne verehrt das preuſsische meteorologische Institut nicht nur seinen geistigen Schöpfer, ihm verdankt auch die Meteorologie überhaupt die Einführung der kartographischen Darstellungen zur Erläuterung klimatischer Verhältnisse[1]) und damit die Vorbereitung der synoptischen Darstellungen, welche heute einem jeden fast täglich in den Wetterkarten zu Gesicht kommen.

Zunächst fanden Humboldts Anregungen, der den wissenschaftlichen und praktischen Werth wohlgeordneter Stationsnetze schon damals völlig zu würdigen wuſste, in Ruſsland fruchtbaren Boden, denn bereits in den dreiſsiger Jahren wurden im europäischen und asiatischen Ruſsland magnetische und meteorologische Observatorien gegründet,

[1]) „Des lignes isothermes et de la distribution de la chaleur sur le globe," erschienen 1817.

bald folgte England mit seinen Colonien nach. In Preufsen führten seine Bemühungen erst im Jahre 1847 zur Gründung des meteorologischen Instituts, welches als Abtheilung des königlichen statistischen Bureaus bis 1886 dem Ministerium des Innern unterstellt war, seitdem aber an das Kultusministerium übergegangen ist. Sein erster Leiter war Dr. Mahlmann, der die Organisation mit grofser Sorgfalt und wissenschaftlicher Einsicht durchführte, aber noch in jungen Jahren bereits im Dezember 1848 starb. Als sein Nachfolger trat der Professor der Physik Dove ein, unter dem das Institut sich als Vorbild anderer entwickelte. Seine Thätigkeit ist in der Geschichte der Meteorologie dadurch charakterisirt, dafs eine ganze Periode derselben mit Recht nach ihm benannt worden ist. Indessen kam im Laufe der Jahrzehnte das preufsische Institut gegen die fortschreitenden Institute der anderen Kulturstaaten in erheblichen Rückstand, durch allzustrenges Festhalten an dem ursprünglich sich zweckmäfsig bewährt habenden Programm, das indessen den Ansprüchen neuerer Forschung nicht mehr zu genügen vermochte. Denn seine Thätigkeit beschränkte sich ausschliefslich auf die Sammlung von Materialien zur Erforschung des Klimas, d. h. der Ermittelung von Durchschnittswerthen für die Erscheinungen, deren Gesamtheit man als das Klima eines Ortes bezeichnen kann.

Diese Ermittelung klimatischer Konstanten, welche hauptsächlich der geographischen Forschung zu gute kommt, ist aber nur ein Theil der meteorologischen Aufgaben, eine andere mindestens ebenso wesentliche Aufgabe ist es, zu untersuchen, wie in einem gegebenen Zeitabschnitt über einem bestimmten Gebiete die Witterungsvorgänge thatsächlich stattgefunden haben, um hieraus eine nähere Kenntnifs des atmosphärischen Mechanismus zu gewinnen.

Dies ist also das Studium des Wetters, d. h. der Meteorologie im engeren Sinne, wie sie von Buys Ballot zuerst definirt wurde. An sie knüpfte sich zugleich die praktische Meteorologie, also die Wettervoraussagung, die als ihren Begründer ebenfalls den holländischen Gelehrten feiert.

Für letzteren Theil der Meteorologie ist in Preufsen bisher noch nichts geschehen; was darin geleistet wird, geht ausschliefslich von privaten Unternehmungen aus, welche von der Deutschen Seewarte zu Hamburg allerdings thatkräftige Unterstützung erhalten. Seit der Gründung der Deutschen Seewarte trat Deutschland wieder erfolgreich in die Reihe der führenden Länder auf meteorologischem Gebiete ein, es erhielt in den Normalstationen derselben die ersten meteorologischen

Stationen I. Ordnung; nicht nur die maritime Meteorologie erfuhr eine erhebliche Förderung, sondern es wurde neben der Einführung der Wettertelegraphie auch für die Pflege der Meteorologie im Binnenlande viel gethan.

Doch vermochte das Preufsische Institut wegen der wenigen wissenschaftlichen Kräfte, welche die Zahl 2 nicht überschritten, den Anforderungen der neuen Forschungsrichtung nur theilweise zu entsprechen. Nach Doves Tode 1879 begann man zunächst die Publikation nach dem gänzlich veralteten bisherigen Schema aufzugeben, und sie nach den Beschlüssen des internationalen Meteorologenkongresses von 1873 zeitgemäfs umzugestalten; es wurden die unbrauchbaren Instrumente möglichst durch neue ersetzt, und die neuen Mafseinheiten eingeführt. Doves früherer Assistent, Professor Dr. Arndt übernahm die Leitung, indessen war im August 1882 das Institut durch seinen Tod wiederum eines Direktors beraubt. Dem jetzigen stellvertretenden Direktor Dr. G. Hellmann fiel nun als interimistischem Vorstande die schwierige Aufgabe zu, bis zu der definitiven Neuorganisation den Bestand des Instituts zu erhalten und durch allmähliche Reformen einer modernen Umgestaltung die Wege zu ebnen.

Trotz der noch immer sehr beschränkten Mittel war es sogar möglich, jetzt schon an wichtigen Punkten neue Stationen einzurichten, namentlich der Schaffung eines Netzes der so wichtigen „Regenstationen“ durch Konstruktion eines sehr einfachen und billigen Regenmessers erfolgreich vorzuarbeiten.

In der Abtheilung I, an deren Spitze Dr. Hellmann steht, ist das alte Institut als ein Bruchtheil derselben enthalten. Ihr liegt erstens die Ueberwachung der mit Instrumenten versehenen Stationen und die Prüfung aller einlaufenden Monatstabellen ob, sowie ferner die Verarbeitung ihrer Ergebnisse und die Publikation derselben. Zweitens gehört zu derselben die in den letzten Jahren durch grofse Ankäufe sehr reichhaltig gewordene Bibliothek und Kartensammlung, drittens die Sammlung der monatlichen Postkarten mit den Niederschlagsmessungen der Regenstationen, und die weitere Organisation des Netzes von Regenstationen.

Diesen wird schon aus praktischen Gründen erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet, denn ohne eine genaue Landesaufnahme der örtlichen und jahreszeitlichen Niederschlagvertheilung, ohne Kenntnifs der durchschnittlichen und der gröfsten in bestimmtem Zeitraum zu erwartenden Regenmengen müssen alle Flufsbauten, Bewässerungs- und Entwässerungsanlagen mit unsicheren und, wie die Erfahrung gezeigt

hat, oft durchaus unrichtigen Zahlen rechnen. Daher ist eine Organisation von Regenstationen nach Stromgebieten von aufserordentlichem praktischen Werthe.

Es wirken in diesem Netze Beobachter aus allen Ständen mit, und die Anforderungen sind daher möglichst gering gestellt. Der einzige Apparat ist der Regenmesser Fig. 8, ein Gefäfs aus Zinkblech mit weifsem Anstrich, von genau 200 Quadratcentimeter freier Auffangfläche, welche von einem scharf abgedrehten, vorher im Institut untersuchten, konisch geformten Messingringe begrenzt ist. Das Gefäfs besteht aus zwei Theilen, dem oberen Auffanggefäfs, welches unten durch einen Trichter mit enger Ausflufsöffnung geschlossen ist, und dem Behälter für eine Sammelflasche, in welcher das durch den Trichter herablaufende Wasser bis zur Messung verbleibt. Bei der Messung wird der obere Theil abgenommen, und der Inhalt der Flasche vorsichtig in dem zum Instrumente gehörenden Mefsglase abgelesen, welches so getheilt ist, dafs der Raum zwischen zwei Theilstrichen genau $^1/_{10}$ Millimeter Regenhöhe darstellt.

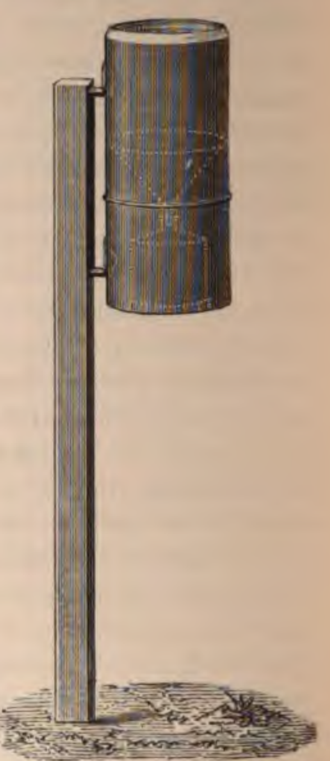


Fig. 8.
Hellmannscher Regenmesser.

Die Oberfläche des Regenmessers befindet sich an dem Pfahle genau 1 m über dem Erdboden. Bei Schneefall kann dasselbe gegen ein Reserveinstrument ausgewechselt werden, um den im Trichter gesammelten Schnee im Zimmer schmelzen zu können. Man sieht, dafs zu dieser einmal täglichen Messung eine akademische Vorbildung nicht gerade nöthig ist, und es werden daher die Regenstationen möglichst auf das Land in freiliegende Gehöfte verlegt, wo der Niederschlag, selbst wenn er bei heftigem Winde ganz schräg fällt, von allen Seiten freien Zutritt hat.

Letzterer Forderung ist in Städten, namentlich engen Festungsstädten oft kaum zu genügen, daher viele ältere, sonst sehr sorgfältige Messungsreihen zu niedrige Resultate geliefert haben. Die Anbringung auf Dächern, die früher beliebt wurde, ist ganz unzulässig,

da der stärkere Wind in der Höhe Wirbelbewegungen am Regenmesser erzeugt, durch welche das ungestörte Hineinfallen von Regentropfen und Schneeflocken verhindert wird.

Wo bleibt aber nur das Observatorium? Instrumente haben wir so viele gesehen und erklären gehört, dafs wir endlich auch wissen möchten, wie dieselben sich denn nun in ihrer wirklichen Aufstellung im Freien ausnehmen. Dazu ist freilich im grofsen Berlin kaum ein geeigneter Platz zu finden, da aber wegen der beständig fortzusetzenden Untersuchungen eine Station mit dem Institut verbunden sein mufs,



Fig. 9. **Sonnenschein-Autograph.**

werden wir auf das Dach des Gebäudes gewiesen, wo auf einer Plattform ein vorläufiges Observatorium eingerichtet worden ist.

Hier sehen wir die Thermometergehäuse mit allen Instrumenten, ferner Thermographen und Hygrographen nach Richard, ein lustig wirbelndes Anemometer nach Robinson mit Windfahne, deren Bauart allerdings von der gewöhnlichen ziemlich abweicht, ferner auch Hüttenaufstellungen von Thermometern.

Inmitten des eine riesige Cisterne bildenden Daches sind Regenmesser aufgestellt — diese der Instruktion zuwiderlaufende Aufstellung ist hier zulässig, da in der Vertiefung die Regenmesser völlig vor Wind geschützt sind, und daher, wie vergleichende Beobachtungen lehren, fast dieselben Resultate ergeben, wie die am Erdboden befindlichen.

Neu ist uns noch der auf einem Steinpfeiler genau im Meridian aufgestellte Sonnenschein-Autograph nach Campbell und Stokes Fig. 9.

Sein Haupttheil ist eine grofse Glaskugel, welche ein Sonnen-

bildchen erzeugt, das sich in chemisch präparirte Papierstreifen einbrennt, welche in den Nuten der Kugelschale K je nach der Jahreszeit höher oder tiefer befestigt werden.

Wir haben zwar auch eine hübsche Aussicht auf den Himmel, aber plötzlich umhüllen uns dicke Rauchwolken aus einem der vielen Kamine des Gebäudes selbst, oder einem der umliegenden Gebäude! Das reine Wasser des Himmels zeigt aus dem Regenmesser entleert eine graue bis schwarze Farbe, der weiteren Unzuträglichkeiten und Mängel einer Dachaufstellung nicht zu gedenken.

Der Schlufs liegt nahe — in die Stadt gehört ein Observatorium nicht, an welchem die feinsten Instrumentaluntersuchungen möglichst unter Verhältnissen auszuführen sind, welche der freien Natur entsprechen, deren Resultate mafsgebend für so viele andere Stationen sein sollen. Darum bestand schon lange der jetzt erst seiner Realisirung entgegengehende Plan, ein meteorologisches Centralobservatorium auf dem Telegraphenberge bei Potsdam den übrigen dort schon errichteten wissenschaftlichen Anstalten beizugesellen.

Wenn nun auch für das Observatorium ein günstigerer Platz, frei von störenden Einflüssen der Stadt, kaum hätte gefunden werden können, so sträubte sich doch der jetzige Direktor mit Recht gegen die beabsichtigte Verlegung auch des Centralinstitutes eben dorthin; schon mit Hinweis auf die bekannten Beispiele höchst zweckmäfsiger Trennung von Centralstelle und Observatorium in St. Petersburg, London, Paris u. s. w.

Denn im Gegensatze zu dem Observatorium mufs das Centralinstitut inmitten eines Verkehrscentrums liegen und jedem leicht zugänglich sein, um Bibliothek und Archiv des Instituts benutzen zu können; auch erheischt die Lehrthätigkeit des Direktors an der Universität die Nähe derselben, um den Hörern und sonstigen Interessenten, z. B. Forschungsreisenden, Gelegenheit zur Kenntnifs des Gebrauches meteorologischer und magnetischer Instrumente zu verschaffen.

Ferner ist, wenn einmal die Prognosenertheilung in Angriff genommen werden soll, die Nähe eines Haupttelegraphenamtes dringende Nothwendigkeit, wenn nicht unleidliche Verzögerungen eintreten sollen.

Zuletzt vergesse man nicht den grofsen Postverkehr, der z. B. in Potsdam vielleicht zur Errichtung eines eigenen Postamtes auf dem Telegraphenberge geführt haben würde. Es möge, da hier Zahlen allein beweisen, folgende kleine Statistik für den grofsen Verkehr des Instituts sprechen. Im Bestande des Rechnungsjahres 1889/90 gehörten zum Netze von Preufsen und der angeschlossenen norddeut-

schen Staaten 110 Stationen II., 61 Stationen III. Ordnung, und ca. 1000 Regenstationen, während 1312 Beobachter detaillirte Gewitterbeobachtungen einsandten. Im gleichen Zeitraum gingen ein 2832 Monatstabellen, 44756 Postkarten. Aufserdem wurden 11180 Journalnummern erledigt, worunter viele Auskunftertheilungen in forensischen Angelegenheiten, während 6684 Sendungen mit Formularen, Instrumenten, Publikationen u. s. w. ausgingen.

Das sieht also doch sehr viel mehr nach Verwaltung als nach Wissenschaft aus — und daher werden die Beamten des Centralinstituts sich niemals von dem geschäftigen Treiben einer Verwaltung ganz befreien können, während die Abtheilung in Potsdam sich beschaulicher wissenschaftlicher Thätigkeit hingeben darf.

Auch der Besucher wird nicht bedauern, das Centralinstitut, welches von dem fieberhaften Getriebe des weltstädtischen Verkehrs umfluthet ist, zu verlassen und sich in der Stille der Natur, welche uns beim Betreten des Telegraphenberges bei Potsdam beruhigend und erquickend umfängt, vom Lärm der Hauptstadt zu erholen.

Hier an der Westseite des Hügels ist das meteorologische Observatorium im Rohbau nahezu vollendet, das magnetische Observatorium bereits seit einem Jahre in Thätigkeit, für dessen beschleunigte Indienststellung besondere wissenschaftliche Gründe vorlagen. Die magnetischen Erscheinungen sind nämlich jetzt an einem Wendepunkt einer ihrer grofsen Perioden angelangt, so dafs sorgfältigste Verfolgung derselben wichtig ist, und nichts versäumt werden darf, um Beobachtungen zu erhalten, deren Mangel man später nicht ersetzen könnte.

Von dem meteorologischen Observatorium ist die nach Nord schauende Hälfte den wissenschaftlichen, namentlich Beobachtungszwecken gewidmet, während die südliche zu Dienstwohnungen verwendet wird. Das oberste Stockwerk enthält die Arbeitszimmer, um auch während der Ausführung der schriftlichen Arbeiten stets Gelegenheit zur Umschau auf den Himmel zu haben, überdies wird auf der Südseite ein 32 m hoher Thurm errichtet, dessen obere Plattform mit den höchsten Punkten des astrophysikalischen Observatoriums in gleicher Höhe liegt. Auf ihm werden die Gerüste für Windfahne und Windmesser errichtet werden, während für photographische Aufnahmen von Wolken u. s. w. reichlich Platz bleibt.

Es braucht kaum gesagt zu werden, dafs Laboratoriumsräume für alle möglichen Zwecke verfügbar sind, und die Registrirapparate

eine mustergiltige Aufstellung finden werden. Der Beobachtung aller gebräuchlichen meteorologischen Instrumente, aufserdem der Bodentemperaturen, der Luftelektricität wird ebenfalls jegliche Aufmerksamkeit gewidmet werden, so dafs nach wenigen Jahren eine grofse Anzahl fruchtbringender Resultate mit Sicherheit von diesem Observatorium erwartet werden darf, wofür die Persönlichkeit seines designirten Leiters, Dr. Sprung, die beste Gewähr bietet.

Das magnetische Observatorium,[1]) welchem Dr. Eschenhagen, früher am Marineobservatorium zu Wilhelmshaven, vorsteht, befindet sich 115 m südlich vom meteorologischen Hauptgebäude. Es sind in ihm sämtliche zur Herstellung vollständiger Beobachtungsreihen nöthigen Instrumente unter einem Dach untergebracht, weil alle Apparate nur kleine Magnete enthalten, was früher, wo man sich für gewisse Messungen grofser Stäbe bediente, nicht möglich gewesen wäre, ohne dafs sich die Instrumente gegenseitig störend beeinflufst hätten.

Die Richtung und Gröfse der erdmagnetischen Kraft kann man bekanntlich für jeden Ort der Erde ermitteln, wenn man die magnetische Deklination, Inklination und Horizontalintensität kennt. Die Deklination, also die Abweichung vom astronomischen Meridian oder Mifsweisung, welche die frei horizontal schwingende Magnetnadel beobachten läfst, ist zuerst eingehender studirt worden, wegen ihrer Anwendung auf die Nautik und Markscheidekunst; 1701 entwarf bereits Halley eine Karte, welche die Linien gleicher magnetischer Abweichung für die ganze Erde zeigte.

Der Zusammenhang, der sich in den Störungen des täglichen Ganges der Deklination mit der Periode der Sonnenflecken, sowie der Stärke und Häufigkeit der Polarlichter zeigte, hat den Erdmagnetismus zu einem der interessantesten Gebiete physikalischer Forschung gestaltet, da man durch Verfolgung seiner Phänomene hoffen darf, endlich Aufklärung zu erhalten über viele Probleme der kosmischen Physik, namentlich über den Einflufs der Vorgänge auf der Sonne auf die Erscheinungen im Erdkörper und in der Erdatmosphäre.

Die Inklination kann ermittelt werden durch eine in ihrem Schwerpunkt frei aufgehängte Magnetnadel; sie ist also der Winkel, in welchem diese sich gegen den Horizont neigt. Die augenblicklichen Aenderungen der Horizontalintensität werden mittelst des von Gaufs

[1]) Die Beschreibung desselben ist auf Grund der Mittheilung von Saal, „Centralblatt f. Bauverwaltung" IX pg. 434, woher auch die Abbildungen entlehnt sind, und der amtlichen Denkschrift: „Die Königlichen Observatorien für Astrophysik, Meteorologie und Geodäsie bei Potsdam" gegeben.

1836 angegebenen Bifilarmagnetometers beobachtet, indem jede Aenderung der Intensität eine Drehung eines senkrecht zur Deklinationsrichtung an zwei Drähten aufgehängten Magnetstabes bewirkt. Zur direkten Bestimmung der Horizontalintensität bedient man sich jedoch einer umständlicheren, ebenfalls von Gaufs angegebenen Methode; aus ihr wird durch Rechnung unter Zuhilfenahme der Inklination die Gesamtintensität des Erdmagnetismus abgeleitet.

Da diese magnetische Erdkraft aber ungemein schwach ist — sie schwankt etwa zwischen $^1/_{1000}$ bis $^1/_{3000}$ der Beschleunigung durch



Fig. 10. **Das magnetische Observatorium.**

die Schwerkraft der Erde — so ist die Energie der Bewegung, welche sie den magnetischen Apparaten mittheilt, eine aufserordentlich geringe. Dies hat zu besonderen Erfindungen von Registrirmethoden den Anstofs gegeben, denn als man daran ging, die beständig stattfindenden regelmäfsigen oder plötzlich unregelmäfsig werdenden Bewegungen der Apparate wie bei den meteorologischen Apparaten von diesen selbst aufzeichnen zu lassen, sah man sogleich, dafs man dem Apparat eine Arbeitsleistung unmöglich zumuthen könnte.

So mufste also die photographische Registrirung helfend eintreten, indem ein leichtes Spiegelchen an den Magnetnadeln befestigt wurde, welches die von einer Lampe kommenden Lichtstrahlen auf lichtempfindlichem Papier durch ein Linsensystem in einem Punkt koncentrirt. Sehr kleine Bewegungen des Magneten werden, wenn das

auffangende Papier weit entfernt ist, schon sehr grofse Ausschläge auf dem Papier erzeugen. Hiernach bietet also die beständige Registrirung dieser Bewegungen auf photographischem Wege gar keine Schwierigkeiten, und man kann die Schwankungen von Tag zu Tag mit Leichtigkeit verfolgen.

Indessen sind diese Aufzeichnungen, welche die Aenderungen zwar sehr gut wiedergeben, zur Herleitung der absoluten Werthe wenig geeignet, diese müssen vielmehr durch direkte Beobachtungen

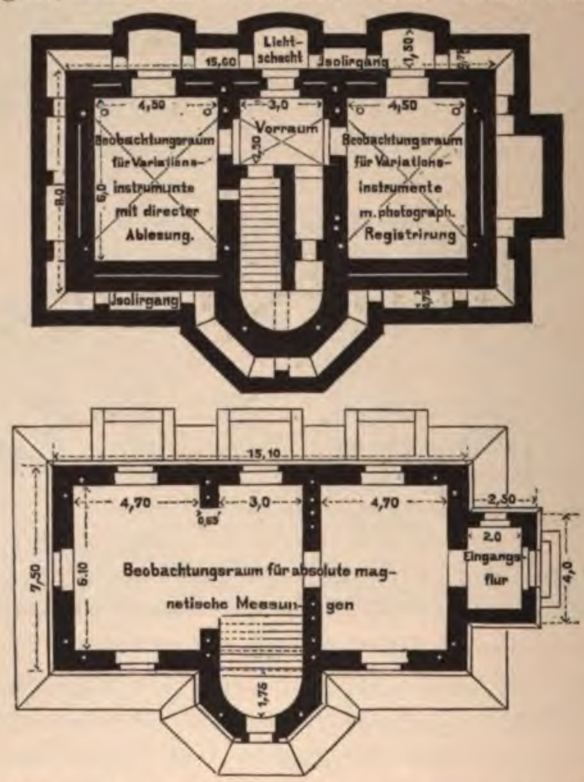


Fig. 11. **Grundrisse des magnetischen Observatoriums.**

ermittelt werden, an welche dann die Angaben der „Variationsinstrumente“ unschwer angeschlossen werden können.

Es ist also ganz ähnlich wie bei den meteorologischen Elementen, der Gang derselben wird zwar automatisch von den Apparaten aufgezeichnet, ihr absoluter Werth mufs hingegen meist vom Beobachter von Zeit zu Zeit bestimmt werden, um die Abweichungen der Registririnstrumente von den wirklichen Werthen ermitteln und berücksichtigen zu können.

Daher haben sich drei Gruppen von magnetischen Instrumenten

herausgebildet, die photographischen Variationsinstrumente entsprechend den Registririnstrumenten, solche für direkte Ablesungen, und die Instrumente für absolute Messungen, also z. B. etwa im Verhältnifs von: Richardscher Barograph, Stationsbarometer, Normalbarometer.

Diese beiden Abtheilungen für absolute Bestimmungen und für Variationsbeobachtungen sind auch in Potsdam nach Vorgang von Mascart in Paris unter einem Dach vereinigt worden, da ja die Anwendung sehr kleiner Stäbchen jede gegenseitige Störung ausschliefst, und aufserdem den Vortheil hat, dafs sie allen Aenderungen des Magnetismus sehr leicht folgen, während solche bei grofsen Stäben von bedeutendem Trägheitsmoment nur unvollkommen zur Erscheinung gelangen.

Die Errichtung des Gebäudes machte eine vorhergehende Untersuchung aller Baumaterialien nöthig und verlangt Einrichtungen, welche in solcher Umständlichkeit eben nur bei Bauten, in denen Messungen von äufserster Präcision vorgenommen werden sollen, am Platze sind. Aufser völliger Freiheit von Eisen waren die möglichste Vermeidung von Temperaturänderungen, sowie völlige Festigkeit der die Instrumente tragenden Pfeiler zu erfüllende Bedingungen.

Wegen des astrophysikalischen Observatoriums, dessen Drehkuppeln sehr bedeutende Eisenmassen enthalten, mufste das magnetische Haus möglichst weit von ersterem entfernt werden; alle Steine und Metalle wurden vorher durch Dr. Sprung auf ihre Eisenfreiheit geprüft, doch erwiesen sich Ziegelsteine, Zink, Thonröhren, Cement, Kies u. s. w. als unbrauchbar. Als genügend eisenfrei wurde für das Kellergeschofs Rüdersdorfer Kalkstein, für das Erdgeschofs Wefenslebener Sandstein, als Bindemittel Kalkmörtel benutzt, die Oefen aus Meifsner Porzellan, die Röhren und Abdeckungen aus Kupfer, Thür- und Fensterbeschläge aus Bronce gefertigt. In Rücksicht auf das magnetische Haus ist auch im meteorologischen Observatorium von Verwendung eiserner Träger, Röhren u. s. w. Abstand genommen worden.

Im Kellergeschofs befinden sich in der östlichen Hälfte die photographisch registrirenden Variationsinstrumente nach Mascartscher Construction von Carpentier in Paris, der eigentliche Registrirapparat ist nach Angaben des Dr. Eschenhagen von Wahnschaff in Berlin ausgeführt worden.

In dem westlichen Kellerraum sind Variationsinstrumente Wildscher Construction von Edelmann in München für direkte Ablesungen aufgestellt, mittelst welcher die Aufzeichnungen der photographisch registrirenden täglich controllirt werden. Von den 4 Walzen des Registrirapparates dienen drei der ständigen Aufzeichnung der magnetischen

Elemente, die vierte kann nach Bedarf zur Verfolgung elektrischer Erdströme u. s. w. verwendet werden.

Im westlichen Raume des Erdgeschosses befindet sich ein magnetischer Theodolit von Edelmann, ein Nadelinklinatorium von Bamberg in Friedenau, ein Erdinduktor nach Leonhard Weber von Hartmann und Braun in Wiesbaden, zu welchem noch ein Kohlrauschsches Bifilarmagnetometer für Messung der absoluten Intensität kommen soll.

Zur Vermeidung von Erschütterungen ist der ganze Bau auf eine 1,2 m dicke Mauerplatte gestellt, auf welcher die Steinpfeiler für die Apparate im Kellerraum direkt aufgemauert sind. Das Untergeschofs wurde mit 1/2 Meter starken Kreuzgewölben überspannt, welche ihrerseits wieder die Pfeiler der Apparate im Erdgeschofs vollkommen frei von Erschütterungen tragen. Die Fufsböden sind als „Schwebeböden“ construirt, d. h. die Balken, welche die Dielen tragen, liegen nur mit beiden Enden auf dem Mauerwerk der Aufsenwände auf, so dafs eine Erschütterung beim Betreten derselben sich nicht auf die Pfeiler übertragen kann.

Zur Erhaltung möglichster Temperaturgleichheit in den Beobachtungsräumen sind die Mauern in der Stärke von 0,7 bis 1 Meter angelegt, um das Kellergeschofs aufserdem ein Isolirgang angelegt, wodurch jeder starke Wärmewechsel vermieden wird. Der Dachraum über dem Erdgeschofs kann durch Holzklappen in den Lichtöffnungen im Sommer ventilirt werden, im Winter wirkt derselbe als Isolirschicht, das 1,5 m überstehende, mit Holzcement gedeckte Dach gewährt gegen Sonnenstrahlung hinreichenden Schutz.

Das Untergeschofs wird durch kupferne Oefen mittelst Petroleumflammen geheizt, deren Verbrennungsgase durch besondere Röhren über das Dach hinausgeführt werden, hierdurch wird gleichzeitig die Ventilation in Gang erhalten. Frische Luft wird durch einen 40 m langen, 4 m unter der Erde belegenen Kanal eingeführt, so dafs sie auf diesem Wege ihre Feuchtigkeit fast gänzlich abgeben kann, weil möglichste Trockenheit für die Apparate wünschenswerth ist.

Um Störungen durch Annäherung Unberufener, welche eiserne Gegenstände mit sich führen, zu vermeiden, wurde das Gebäude im Umfange eines Kreises von 60 m Durchmesser durch einen Holzzaun abgesperrt. Der Sand, welcher den Untergrund der Baustelle bildet, zeigte sich als magnetisch unwirksam. Die nächste Umgebung des Gebäudes ist mit Rasenflächen belegt, um im Sommer die starke Erwärmung der umgebenden Luft zu verringern.

Trotz der Vorkehrungen gegen Temperaturwechsel an den Fenstern kann in alle Räume nach Bedürfnifs Tageslicht eingelassen werden, was für die direkten Ablesungen ein grofser Vortheil ist. Der Raum der photographischen Instrumente ist roth angestrichen, und durch ein Fenster von gelbem Glase erhellt, so dafs das photographische Papier auch während der Tagesstunden keine störenden Belichtungen erfährt.

Es ist wohl nicht zu bezweifeln, dafs die ganze Einrichtung des magnetischen Observatoriums dasselbe aufs beste in den Stand setzt, einer zukünftigen magnetischen Landesaufnahme, welche nicht mehr lange aufgeschoben werden darf, als Centralpunkt zu dienen. Seit den fünfziger Jahren, wo der Astronom von Lamont eine solche Aufnahme von Mitteleuropa durchgeführt hat, konnte in dieser Beziehung nicht viel geschehen. Der grofse Vortheil, mit welchem das Werk einer Neuaufnahme durchgeführt werden kann, liegt darin, dafs durch die Registrirungen des Centralobservatoriums die Einflüsse der augenblicklichen Störungen aus den Resultaten der an verschiedenen Orten nicht gleichzeitig angestellten Beobachtungen eliminirt werden können, und die herzustellenden magnetischen Kartirungen demnach auf einen und denselben Zeitpunkt mit grofser Genauigkeit reducirt werden können.

Vielleicht wird auch einmal eine Zeit kommen, wo die erdmagnetische Forschung, deren Verbindung mit der Meteorologie eigentlich eine ziemlich lose ist, ähnlich wie früher die der letzteren mit der Astronomie, ebenfalls als eine ganz selbständige Disciplin erscheinen wird. Denn auch die Behandlung der magnetischen Instrumente ist bereits eine Specialität geworden, deren Ausübung gründliches Studium derselben und lange Gewöhnung an ihre Feinheiten und Eigenthümlichkeiten verlangt — dann werden bei den magnetischen Landesaufnahmen die Generalstäbe von Gelehrten mit Stolz als Vertreter einer unabhängigen Wissenschaft die Länder durchwandern, und mit Hilfe des Magnetstabes für eminent friedliche Zwecke zum Nutzen von Wissenschaft und Technik neu erobern.





Zur Frage nach der Beschaffenheit des Spektrums des Zodiakallichtes.

Herr Maxwell Hall hat aus spektroskopischen Beobachtungen des Zodiakallichtes den ungemein wichtigen Schlufs ziehen zu dürfen geglaubt, dafs die genannte Himmelserscheinung in enger Beziehung zu den Kometen stehe. Letztere zeigen bekanntlich ein Spektrum, welches unter den irdischen Lichtquellen der Alkoholflamme zukommt und als ein Bandenspektrum des Kohlenstoffs aufzufassen ist. Die Verwandtschaft dieser drei Spektren sollte aus den von Herrn Hall beobachteten Thatsachen folgen, dafs

1. bei Beobachtungen in verschiedenen Entfernungen von der Sonne, also bei verschiedener Intensität des Zodiakallichtes der Beginn des Spektrums nahezu an derselben Stelle (im Gelben, bei einer Wellenlänge von 0,000 551 mm) liegt,

während

2. das Maximum der Helligkeit bei zunehmender Lichtintensität eine allmähliche Verschiebung vom Gelben nach dem Grünen erfährt.

In einem Aufsatze von Herrn H. Ebert[1]) wird die Richtigkeit dieser Folgerungen angegriffen, und es wird gezeigt, dafs sich Beobachtungen, welche den vorliegenden durchaus ähnlich sind, auch an dem Spektrum des zerstreuten Tageslichtes, des Dämmerungslichtes machen lassen. Was zunächst die erstere der charakteristischen Eigenschaften des fraglichen Spektrums angeht, so ist dieselbe ja insofern sehr auffallend, als bei einem kontinuirlichen Spektrum die Lage der scheinbaren Grenzen von der Lichtintensität abhängig ist; denn die Empfindlichkeit unseres Auges nimmt nach dem rothen Ende sowohl, als auch nach dem violetten hin ab, so dafs wir an einer Stelle, wo bei hinlänglicher Intensität der Lichtquelle das Auge gerade noch eine

---

[1]) Wied. Ann. XLI.

Farbenempfindung hat, nichts mehr sehen, wenn die Lichtstärke abnimmt.

Ganz anders aber verhält sich die Sache, wenn in der Nähe der Grenze des Spektrums eine Absorptionsbande liegt. Steigern wir allmählich die Intensität der Lichtquelle, so bleibt dennoch die Grenze so lange unverrückt, bis jenseits der Bande Licht von hinlänglicher Stärke auftritt. Einen solchen Fall haben wir nun bei dem Spektrum des Dämmerlichtes vor uns, und zwar handelt es sich dabei um eine Absorption durch die Erdatmosphäre. Die Beobachtungen, welche Herr Ebert im vorigen Jahre angestellt hat, zeigten, wie zu erwarten war, dafs wenn einmal das Dämmerlicht schwach genug geworden war, um jenseits der Absorptionsbande (Wellenlänge ca. 0,000585—0,000570) keinen sichtbaren Eindruck mehr zu erzielen, die Rothgrenze des Spektrums dauernd bei 0,000570 mm Wellenlänge verharrte, bis völlige Dunkelheit eintrat. Die Methode, deren sich Herr Ebert bediente, ist dadurch wichtig, dafs sie gestattet in einem sehr lichtschwachen Spektrum mit grofser Genauigkeit Messungen vorzunehmen. Es wird nämlich in das Beobachtungsfernrohr eine Blende mit einem äufserst dünnen Glasfaden eingeschoben, welcher so gekrümmt ist, dafs seine Form genau mit der der Spektrallinien übereinstimmt. Dieser Faden erscheint, wenn er seitlich beleuchtet wird, als eine feine Lichtlinie auf dem lichtschwachen Grunde des Spektrums; er wird so eingestellt, dafs er genau mit der zu messenden Stelle zusammenfällt. Erst nachträglich wird die Skala in der üblichen Weise beleuchtet. Wegen ihrer gröfseren Lichtstärke wird nunmehr das Spektrum unsichtbar, während der Glasfaden sich dunkel abhebt und so ein Ablesen der Skala gestattet.

Durch den Einflufs der atmosphärischen Absorption kommt nach Herrn Ebert auch die zweite der erwähnten Eigenthümlichkeiten zu stande. Einmal läfst sich rein psychologisch der Nachweis führen, dafs ein schwacher Absorptionsstreifen in einer Farbe, für welche das Auge recht empfindlich ist, bei hinlänglicher Gesamtintensität unsichtbar sein kann, so dafs in der Gegend, wo er liegt, das Maximum der Helligkeit ist, während er mehr hervortritt, und eine Verschiebung der Lage des Maximums statt hat, sobald alle Farben gleichmäfsig abgeschwächt werden. Ferner fällt aber besonders der Umstand ins Gewicht, dafs bei schwächerem Dämmerlichte, also bei tieferem Stande der Sonne, die Strahlen, welche das Spektrum liefern, einen längeren Weg in den unteren Theilen der Atmosphäre zurückzulegen haben, so dafs aus diesem Grunde ein stärkeres Hervortreten einer vorher

nicht merkbaren Absorption und deshalb die genannte Verschiebung erfolgen kann. Auch in dieser Beziehung stimmen die von Herrn Ebert am Dämmerlichte wahrgenommenen Erscheinungen mit den Hallschen Beobachtungen des Zodiakallichtes überein, so dafs sich das sehr wahrscheinliche Resultat ergiebt, es habe auch bei dem letzteren das zerstreute Tageslicht einen wesentlichen Antheil an dem Zustandekommen der Erscheinung gehabt. Diese Annahme gewinnt noch dadurch an Wahrscheinlichkeit, dafs es Herrn Ebert überhaupt nicht gelang, bei Ausschlufs des Dämmerlichtes durch das Zodiakallicht allein eine Spektralerscheinung in seinem Apparate zu erzielen, während sich die Wirkung des schwachen Dämmerlichtes in der angegebenen Weise kundgab. Jedenfalls ergiebt sich aus dem Vorstehenden, dafs bei spektroskopischen Untersuchungen lichtschwacher Objekte die auswählende Absorption der Erdatmosphäre aufs sorgfältigste in Betracht zu ziehen ist. Sp.



Neue spektrographische Untersuchungen Prof. H. C. Vogels bestätigen aufs vollkommenste die bei Gelegenheit der spektrographischen Durchmusterung durch Pickering entdeckte Duplizität der optisch einfach erscheinenden Sterne β Aurigae und der helleren Komponente von Mizar (ζ Ursae maj.). Während die amerikanischen Spektralaufnahmen mit Hilfe eines vor das Fernrohrobjectiv gesetzten Prismas erzeugt wurden, sind aber die neuestens [1]) bekannt gegebenen Potsdamer Beobachtungen an Aufnahmen ausgeführt worden, die mit dem in dieser Zeitschrift bereits [2]) beschriebenen Spektrographen von H. C. Vogel gewonnen wurden. Bei beiden in Rede stehenden Sternen leuchten die sehr nahen Doppelsternkomponenten mit fast gleicher Helligkeit und zeigen aufserdem gleichartige Spektra. Sämtliche Linien in dem von beiden Komponenten gemeinsam erzeugten Spektrum müssen infolge dessen bei jedem Umlauf zweimal verdoppelt erscheinen, da ebenso oft die Bewegungen der Komponenten in der Richtung unserer Gesichtslinie entgegengesetzte sein werden, sodafs die von dem einen Stern herrührenden dunklen Linien nach links und die vom anderen herrührenden nach rechts verschoben erscheinen. Nach den Potsdamer Aufnahmen von β Aurigae, die vornehmlich aus den letzten beiden Monaten des vergangenen Jahres stammen, beträgt die Umlaufsperiode bei diesem Stern ziemlich genau vier Tage, die

[1]) Astr. Nachr. No. 3017.
[2]) Himmel und Erde II, 133.

Bahngeschwindigkeit für jeden Körper etwa 15 Meilen pro Sekunde und unter der Voraussetzung, dafs die Bahnebene wenig gegen die Gesichtslinie geneigt ist, würde die Entfernung der beiden Körper 1 650 000 Meilen betragen und die Summe ihrer Massen die Sonnenmasse 4,7 mal übertreffen. Bei Anwendung des Vogelschen Spaltspektrographen würde in Verbindung mit lichtstärkeren Fernrohren ein Vergleich der Magnesiumlinien im Sternspektrum mit einer künstlich erzeugten Magnesiumlinie möglich sein, und es könnte alsdann die Bewegungsgeschwindigkeit eines jeden der beiden Körper gesondert ermittelt werden, was mit dem Objektivprisma Pickerings nicht möglich ist.

Bedeutend schwieriger als bei β Aurigae hat sich in Potsdam der Nachweis der Duplizität von Mizar erwiesen, da die Umlaufsperiode in diesem Falle 105 Tage beträgt. Aufserdem ist die Dauer der Verdoppelung der Linien bei Mizar nur eine sehr kurze und das Phänomen tritt mit Sicherheit nur einmal statt zweimal während jedes Umlaufes ein. Diese Eigenthümlichkeiten lassen sich nach Pickering durch die Annahme erklären, dafs die Bahnen bei diesem Sternpaar stark elliptisch sind, so zwar dafs die grofse Axe nahezu senkrecht zur Gesichtslinie steht. Die Verdoppelung der Linien des Mizar wurde gleichwohl mit Sicherheit am 13. und 14. Juli, sowie am 8. September des vorigen Jahres konstatirt, wogegen am 25. Mai eine Verdoppelung bestimmt nicht vorhanden war. Nach der gröfsten von Pickering gemessenen Geschwindigkeit von etwa 22 Meilen zu schliefsen würde die Masse dieses Sternsystems aufserordentlich grofs sein.

F. Kbr.



Dunkle Vorübergänge der Jupitermonde vor der Jupiterscheibe haben kürzlich die Aufmerksamkeit der Astronomen der Lick-Sternwarte auf sich gezogen.[1]) Während die Trabanten vor den Randtheilen der Jupiterscheibe in der Regel hell gegen die Umgebung hervortreten, pflegen sie, sobald sie mehr vor die Scheibenmitte treten, unsichtbar zu werden und nur in vereinzelten Fällen sich als dunkle Flecken bemerklich zu machen. Dunkle Durchgänge sind besonders häufig beim dritten und vierten Trabanten, dagegen werden sie beim ersten nur selten und beim zweiten fast nie beobachtet. Während nun die relative Helligkeit der Trabanten, so lange sie noch nicht tief in die Planetenscheibe eingedrungen sind, ohne weiteres sich aus der starken

[1]) Vgl. Publ. of the Astr.-Soc. of the Pacific. No. 11.

Abschwächung erklärt, welche das Licht der Jupiterkugel beim schrägen Durchgang durch seine dichte Atmosphäre erfährt, ist das nur zeitweise auftretende dunkle Sichtbarwerden der Trabanten vor den mittleren Theilen der Scheibe weniger leicht verständlich. Prof. Holden ist allerdings der Meinung, dafs die Verschiedenartigkeit im Anblick eines bestimmten Trabanten lediglich von der mehr oder minder grofsen Helligkeit derjenigen Gegenden Jupiters abhängt, vor denen der Trabant im gegebenen Falle gerade steht, dafs aber die Seltenheit des Dunkelerscheinens der inneren Monde sich aus deren geringerer Gröfse erklären lassen dürfte, da wir sicherlich einen kleineren dunklen Fleck schwerer wahrnehmen werden als einen gröfseren. Keeler nimmt dagegen bei seiner Erklärung der beobachteten Erscheinungen Rücksicht auf die sehr erhebliche Helligkeit Jupiters, auf Grund deren bekanntlich vielfach diesem Planeten noch ein theilweises Selbstleuchten und eine hohe Temperatur zugeschrieben wird. Wenn demnach ein central auf Jupiter projicirter Trabant nicht dunkel erscheinen soll, so mufs er einen für einen kleinen, nicht selbstleuchtenden Körper ungewöhnlich grofsen Glanz besitzen. Dieser Glanz könnte nun am besten durch Annahme einer hellen Wolkenschicht, welche sich in der Atmosphäre dieser Weltkörper infolge der Wärmestrahlung seitens des Jupiter bilden mag, erklärt werden, zumal spektroskopische Beobachtungen H. C. Vogels es wahrscheinlich machen, dafs die Jupitertrabanten von einer ähnlich zusammengesetzten Atmosphäre umgeben sind, wie der Planet selbst. Bei den äufseren Trabanten nun ist aber vielleicht wegen der gröfseren Entfernung vom wärmenden Planeten die Temperatur nicht mehr ausreichend, um die helle Wolkenhülle dauernd zu erhalten; es treten zeitweilig auf der dem Jupiter abgewendeten Seite Niederschläge auf, welche uns die dunklere, eigentliche Oberfläche des Trabanten sichtbar machen. Zu solchen Zeiten sehen wir dann unter Umständen den Trabanten als dunklen Punkt vor dem helleren Planeten.

Jedenfalls sind die hier in Rede stehenden Phänomene sehr interessant, und es ist zu wünschen, dafs man möglichst zahlreiche Beobachtungen derartiger Trabantendurchgänge anstelle, was wir besonders Liebhaberastronomen, die im Besitze mittelgrofser Fernrohre sind, angelegentlich empfehlen. Aber aufserdem sind auch fortlaufende photometrische Messungen an den Trabanten selbst für die Klärung der in dieser Sache schwebenden Fragen durchaus erforderlich.

F. Kbr.
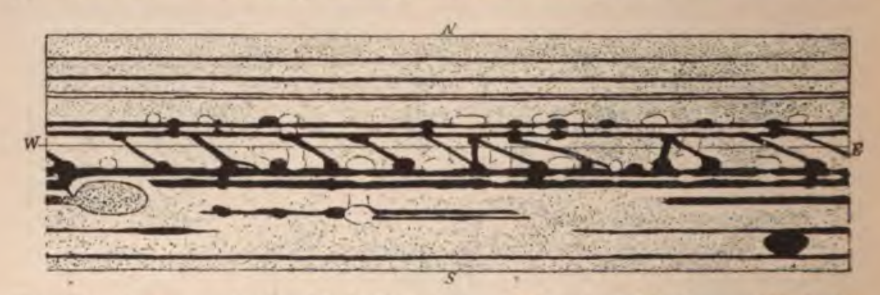


Ueber die Aehnlichkeiten in den Oberflächen der Erde und der Planeten läfst sich W. Prinz in dem „Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles pour 1891“ hören, und es erscheint uns bei dem Interesse, welchem derartige Fragen in weiteren Kreisen zu begegnen pflegen, angezeigt, den Gedankengang des genannten Gelehrten in seinen Grundzügen mit aller bei solchen Spekulationen nöthigen Reserve hier kurz wiederzugeben. Ausgehend von den durch Ritter, Élie de Beaumont, Green, Suess, Karpinsky und zahlreiche andere Geographen ans Licht gestellten Homologien in den Gestaltungen der irdischen Continentalmassive, entwickelt Prinz zunächst den Satz, dafs die westlichen Grenzlinien der Continente und die wichtigsten Gebirge vier wellenförmige schräg von N.W. nach S.O. verlaufende Curven bilden, die den Aequator in vier gleich weit von



Karte der characterischen Linien auf der Erde, nach Prinz.

einander entfernten Punkten schneiden. Indem wir die von Herrn Prinz konstruirte, schematische Karte der Hauptlinien des Erdreliefs hier wiedergeben, setzen wir den Leser in den Stand, selbst zu beurtheilen, in wie weit diese Ansicht gerechtfertigt ist. Wenn wir auch den in auffallender Uebereinstimmung schräg von N.W. nach S.O. gehenden Verlauf vieler Küsten- und Gebirgsbildungen nicht in Abrede stellen möchten, so scheint es uns doch nicht ganz richtig, dafs in der Prinzschen Karte dem skandinavischen und alpinen, kaukasichen und Altai-Gebirgsstock gar keine Bedeutung beigemessen wird, während andererseits die östlichste der vier Hauptlinien nur auf Grund einer vor-

gefafsten Meinung abgeleitet erscheint. Das Zustandekommen des eigenthümlichen Verlaufes der charakterischen Linien sucht Prinz nun im Anschlufs an Green in einer Torsion, welche der Erdkörper erfahren haben soll, derart, dafs die beiden gegeneinander verdrehten Erdhälften durch eine Bruchzone getrennt werden, welche von Central-Amerika über das Mittelländische Meer nach den Sundainseln führt und also gegen den Aequator unter einem mäfsigen Winkel geneigt ist.[1]) — Angeregt durch die epochemachenden Entdeckungen Schiaparellis hat Herr Prinz nun versucht, dieselben Betrachtungen auch auf die Planetenscheiben auszudehnen. Indem er sein Augenmerk wiederum auf die westlichen Ränder der Festländer (d. h. der hellen Gebiete) richtet, findet er auf Merkur und Mars ähn-



Karte des Jupiter, nach den Beobachtungen von Stanley Williams (1886—87).

lich schräge Linienzüge, wie auf der Erde. — Die schrägen Kanäle, welche neuerdings in dem Aequatorialgürtel Jupiters bemerkt und namentlich von Stanley Williams studirt wurden, spricht Prinz als Beweise einer Torsion auch dieses Planeten an. Selbst in der Sonne können wir schon die gleichen Ursachen als wirkend erkennen, welche die Gestaltung der Planetenoberflächen bestimmt haben sollen. Die schnellere Rotation der aequatorialen Gegenden gegenüber der der höheren Breiten würde nämlich gut mit der aus dem Ansehen der Planetenscheiben erschlossenen Torsion der Himmelskörper übereinstimmen und auch die von Spörer erkannte Verschiedenartigkeit der nördlichen und südlichen Sonnenhemisphäre in Bezug auf die Fleckenbildung findet ihr Analogon in der ungleichmäfsigen Vertheilung der Festlandschollen auf den Planeten. — So unsicher und gewagt auch die meisten der

[1]) Uebrigens darf nicht vergessen werden, dafs bereits der durch seine geistvollen kosmogonischen Spekulationen hochverdiente englische Forscher G. H. Darwin aus dem Anblick der Erd- und Mars-Karten ebenfalls zur Vermuthung einer Torsion geführt wurde, die er durch die in verschiedenen Breiten verschieden stark auftretende Verzögerung der Rotation durch Fluthreibung zu erklären sucht.



Ein Nebelmeer.

hier nur angedeuteten Vermuthungen des Brüsseler Astronomen erscheinen mögen, dürften dieselben dennoch wohl nicht mit Recht ganz unbeachtet bleiben, denn wir können eben leider auf dem schwierigen, aber dafür überaus fesselnden Gebiete der Entwicklungsgeschichte der Weltkörper allein mit Hilfe kühner Hypothesen, die freilich nur als Richtschnur für künftige Forschungen, nicht aber als Glaubensartikel gelten dürfen, vorwärts kommen. Dr. F. Koerber.



Ueber das Nebelmeer, welches von den isolirten Spitzen der Gebirge öfters in schönster Entwickelung, wie es unser Titelbild darstellt, beobachtet werden kann, bringt die Meteorologische Zeitschrift[1]) einige interessante Mittheilungen. Am 28. Sept. 1890 erschien vom 1789 m hohen Heimgarten die Oberfläche der Wolkenschicht, nachdem sie sich über dem Alpenvorlande aufgelöst hatte, in weiterer Ferne als eine gleichmäfsig schwarze Dunstschicht, während sie sich sonst weifs glänzend und wellig darstellt. Nur in unbestimmter Ferne erschien eine von West nach Ost ziehende Reihe schneeweifser Cumuluswolken, welche die gewaltige schwarze Fläche wie Schneeberge auf einem vulkanischen Plateau bekrönten.

Ueber dem Gebirge war die Luft klar und sehr durchsichtig, nur einzelne Seen lagen im Nebel, über dem Isarthal erinnerte der zarte durchsichtige Duft an die Stimmung klarer Wintertage.

Diese schwarze Dunstschicht scheint der Vorbote einer in der Ferne vorübergehenden Depression gewesen zu sein, wie aus den Wetterberichten hervorgeht.

Sehr günstig für solche Beobachtungen dürfte die Kuppe des Pilatus, welche durch ihre Eisenbahn jetzt leicht erreichbar ist, gelegen sein. Bei einer Bergfahrt am 8. Sept. v. J., welche trotz völliger Bedeckung in richtiger Schätzung der Lage der Wolkenschicht unternommen wurde, erreichte man in 1000 m Höhe den Nebel, in 1900 m tauchte man aus den Wolken heraus, und konnte von den mehr als 2000 m hohen Spitzen auf des leicht gekräuselte, blendend weifs glänzende Nebelmeer hinabschauen. Ueber ihm erschien die Atmosphäre völlig rein und sehr trocken, bei fast völliger Windstille, nur an den Glarner Alpen brandeten die weifsen Nebelwogen hoch auf, ebenso markirte sich der unsichtbar unter den Wolken liegende Rigi durch eine mächtige hochfluthende Brandung.

[1]) VII. pag. 469.

Bis Mittag erhielt sich diese Decke in 2000 m Höhe, bis sie sich aufwärts in Bewegung setzte und auch den Pilatusgipfel umhüllte. Auffallend war bei der grofsen Trockenheit und Wärme der oberen Luftschichten und der starken Sonnenstrahlung die scharfe Begrenzung des Wolkenmeeres, innerhalb dessen die Temperatur sehr bedeutend niedriger war.

Diese Temperaturdifferenzen in der Nähe der oberen Grenze der Wolkendecke sind von hohem theoretischem Interesse, ebenso wie die Einlagerung kälterer und feuchter Luftschichten zwischen wärmeren. Die atmosphärische Situation deutete auf absteigende Luftströme in der Höhe, das Centrum eines barometrischen Maximums lagerte über dem Kanal, der Pilatus lag am südlichen Rande dieses Gebietes hohen Luftdrucks. W.



Ueber den Staub in der Atmosphäre und seine Zahlenverhältnisse[1]) handeln mehrere Arbeiten von J. Aitken, der die Rolle, welche der Staub in dem Haushalte der Natur spielt, schon seit längerer Zeit eifrig untersucht hat. Obgleich für physiologische Zwecke ähnliche Zählungen bereits früher versucht worden waren, erstreckten sie sich doch nur auf die Keime pflanzlicher und thierischer Organismen, während den unorganischen Körpern keine Beachtung geschenkt wurde. Es hatte dies auch schon darum Schwierigkeiten, weil die kleinsten Reste unorganischer Materie so ungemein klein sind, dafs sie mikroskopisch nicht mehr wahrgenommen werden können, andererseits die bei Lebewesen anwendbaren Methoden hier gänzlich im Stiche lassen. So mufste also eine bereits früher erkannte Eigenschaft des Staubes benutzt werden, um über seine Verbreitung in der Luft verschiedener Lokalitäten einige orientirende Erfahrungen zu sammeln.

Wenn nämlich Luft mit Wasserdampf übersättigt ist, so bilden alle etwa vorhandenen Staubtheilchen Condensationskerne, an welchen sich die ausgeschiedenen Wassertheilchen niederschlagen und auf diese Weise als Tröpfchen sichtbar werden. Die Behauptung, dafs ohne Staub Condensation von Wasserdampf in der Atmosphäre überhaupt nicht stattfinden könne, geht allerdings zu weit, da die Arbeiten von R. v. Helmholtz den Nachweis geliefert haben, dafs auch andere Ursachen (wahrscheinlich Molekularbewegungen) dieselbe Wirkung haben.

[1]) Transact. R. Soc. Edinburgh Vol. 35, pag. 1 und Proc. R. Soc. Edinburgh Vol. 16, pag. 135.

Der Apparat, dessen sich Aitken zu seinen Zählungen bedient, ist also so konstruirt, dafs die zu untersuchende Luft in ein Glasgefäfs gebracht wird, welches mit Wasserdampf gesättigte Luft enthält. Tritt nun durch eine Verdünnung dieser Mischung mittelst der Luftpumpe Uebersättigung ein, so wird eine Nebelbildung in dem Behälter erzeugt; wenn man nun die fallenden Nebeltröpfchen zählt, erhält man die Zahl der Staubtheilchen. Ist aber die eingeführte Luft sehr staubreich, so wird zuerst nur ein Theil der Staubtheilchen von den fallenden Nebeltröpfchen ausgeschieden, es mufs daher dies Verfahren mehrmals hintereinander wiederholt werden, ehe alle Staubtheilchen sichtbar gemacht worden sind.

Sind also nur wenig Staubtheilchen in der Luft enthalten, so ist nur eine einmalige Uebersättigung nöthig, die Tröpfchen werden ziemlich grofs und fallen wie ein feiner Regen nieder, ihre Zählung ist daher wesentlich erleichtert. Zu dem Ende ist es nöthig, durch Baumwollefilter durchgeprefste, gänzlich staubfreie Luft mit der zu untersuchenden Luftprobe in gegebenem Verhältnifs mischen zu können. Letztere Mischung wird in den mit Wasser theilweise gefüllten Recipienten gebracht, welcher dadurch stets die in ihm enthaltene Luft im Zustande der Sättigung erhält. Dieser Recipient steht nun mit der Luftpumpe in Verbindung. Wie ungemein grofs die Zahl der Staubtheilchen in der Luft ist, läfst sich schon daraus ersehen, dafs von gewöhnlicher Aufsenluft 1 ccm mit 450 ccm staubfreier Luft gemischt werden mufste, um durch eine Uebersättigung alle Theilchen niederzuschlagen.

Die Zählung wurde nun so bewerkstelligt, dafs unterhalb der oberen Wand des Recipienten genau in 1 cm Distanz ein kleiner Silberspiegel von 1 qcm Oberfläche angebracht war, der durch ein Liniennetz in Quadratmillimeter getheilt war. Dieser Spiegel wurde durch eine seitwärts stehende Lampe beleuchtet, und durch ein Linsensystem betrachtet. Er erschien bei richtiger Beleuchtung völlig schwarz, während seine Quadratfelder und die auf dieselben fallenden Tröpfchen hell hervortraten. Die Zahl der auf denselben niedergeschlagenen Tröpfchen giebt unmittelbar die Menge der Staubtheilchen in einem Kubikcentimeter der im Recipienten enthaltenen Luft an. Wird diese Zahl mit der Verhältnifszahl multiplicirt, in welcher die zu untersuchende Luftprobe mit der staubfreien gemischt wurde, so erhält man schliefslich die Zahl der in 1 ccm Staubluft enthaltenen Partikel.

Die Zahl derselben ist ungemein verschieden; es ergab sich z. B.:

Ort		Zahl der Theilchen in 1 ccm
Freies Land im Winter (Schottland)	Luft klar . .	500
" " "	" sehr „dick"	9500
Meeresküste "	Luft klar . .	5000
Edinburgh	" " . .	45000
"	trübe . . .	250000
Ventilirtes Zimmer mit Gasflammen, Probe nahe dem	Fufsboden	275000
" "	an der Decke	3000000

In geschlossenen, unventilirten Räumen können bei längerer Gasbeleuchtung die Werthe das 10fache der letzteren übersteigen — und sie sind eher zu niedrig als zu hoch, da bei ruhiger Luft die Staubtheilchen bekanntlich ziemlich schnell zu Boden sinken. Sicherlich sind aber die Gröfsen der Zahlen sehr überraschende und belehren besser als viele andere Betrachtungen, welche Ansprüche die moderne Cultur an die Lungen der im Zimmer ihre Thätigkeit treibenden Sterblichen stellt, und wie unvergleichlich acceptabler die reine Berg- und Seeluft für unsere vielgeplagten Lungen ist. Aus diesen Zahlen geht klar hervor, in welchem Mafse mit dem Binnenleben in geschlossenen Räumen die Zahl der Lungenerkrankungen zunehmen mufs — von einzelnen Industrien, bei welchen Staub in Menge entwickelt wird gar nicht zu reden. W.



Neues aus den Höhlen im Harz.

In der Hermannshöhle bei Rübeland, welche im letzten Sommer zum ersten Male für das grofse Publikum zugänglich war, werden die Nachforschungen nach urweltlichen Thieren immer noch rüstig fortgesetzt. Als die in dieser Zeitschrift im Juniheft 1890 erschienene Beschreibung der Höhle bereits zum Druck gegeben war, gab die Einrichtung der electrischen Beleuchtung und namentlich die Fahrbarmachung der Höhle durch Anlage von Wegen und Treppen die Veranlassung zum Auffinden höchst interessanter Knochenreste, welche inzwischen von Herrn Prof. Dr. Wilhelm Blasius in Braunschweig wissenschaftlich untersucht und bestimmt sind. Nach den Mittheilungen, welche Prof. Blasius kürzlich im Verein für Naturwissenschaft in Braunschweig vorgetragen hat, verdient vor allem ein gut erhaltenes Unterkieferstück des Höhlenlöwen (Felis spelaea) aus dem Höhlenlehm Beachtung. Dieses Stück ist das einzige aus der Hermannshöhle, welches bislang mit Sicherheit auf den Höhlenlöwen zurückgeführt

werden konnte; immerhin aber liefert es den Beweis, dafs das gewaltige Raubthier, welches aus vielen anderen Höhlen bereits bekannt war, auch unter den einstigen Bewohnern der Hermannshöhle vertreten gewesen ist.

In friedlicher Gemeinschaft mit dem Kiefer des Löwen fanden sich im Höhlenlehm einige Knochen des Hirsches (Cervus elaphus). Dagegen entstammen Reste des Pferdes (Equus caballus) und der Gemse (Antilope rupicapra) einer anderen Schicht und damit auch einer anderen — jedenfalls wesentlich jüngeren — Zeit.

Die guten Erfolge, welche die Durchforschung der Hermannshöhle in den letzten Jahren ergeben hat, haben das Braunschweigische Staats-Ministerium veranlafst, eine genaue wissenschaftliche Untersuchung auch für die andere gröfsere Höhle des Bodethals, die Baumannshöhle, anzuordnen. Dabei hat sich zunächst ergeben, dafs die schon seit Jahrhunderten in ihrem vorderen Theile bekannte Baumannshöhle eine bei weitem gröfsere Ausdehnung besitzt, als man früher vermuthet hat. Nach den Vermessungen, welche Herr Oberförster Nehring mit grofser Genauigkeit vorgenommen hat, sind die südwestlich gelegenen neu entdeckten Räume der Höhle in ihrer Längenausdehnung sogar viel bedeutender als die gesamte alte Baumannshöhle. Wie in der Hermannshöhle, so werden auch hier die wissenschaftlichen Untersuchungen von den Professoren Wilh. Blasius und J. H. Kloos in Braunschweig geleitet. Bis jetzt hat man ein grofses Knochenfeld mit aufserordentlich zahlreichen Resten des Höhlenbären, ferner den Stirnzapfen eines Ochsen, wahrscheinlich des Urochsen (Bos primigenius), gefunden. Die interessanteste Stelle der neuen Baumannshöhle ist ein etwa 9 Meter hoher Schuttkegel, welcher aus einer Reihe verschiedener Schichten besteht und dementsprechend die Aufeinanderfolge mehrerer Faunen aufs deutlichste erkennen läfst. Unten liegen die Knochen des Höhlenbären und seiner Zeitgenofsen; darauf folgt eine Schicht mit Steppentieren, unter denen der grofse Pferdespringer (Alactaga jaculus) das bemerkenswertheste ist; oben endlich liegen Schneehase, Renthier, Lemming und nordische Wühlratte, also die Fauna der Eiszeit. Es ist demnach durch die jüngsten Untersuchungen in der Baumannshöhle eine ganz ähnliche Aufeinanderfolge der verschiedenen Faunen festgestellt, wie sie durch Prof. Nehring und andere Forscher bereits seit längerer Zeit für die norddeutsche Tiefebene bekannt geworden war.

Immer noch bleibt die eine wichtige Frage ungelöst, ob die Höhlen des Bodethals auch dem Menschen der Vorzeit als Wohnstätte

gedient haben. Wohl zeigen einzelne unter den im letzten Sommer untersuchten Röhrenknochen aus der Baumannshöhle auffallend glatte Querschnittflächen, auch fand sich ein Eckzahn vom Höhlenbären, der ganz den Eindruck macht, als wenn er durch Menschenhand zu einem Steinmesser glatt geschliffen wäre. Es ist demnach die Möglichkeit, dafs man es hier mit Spuren menschlicher Thätigkeit zu thun hat, keineswegs ausgeschlossen; ebensowenig aber wird man diese Stücke als völlig sichere Beweise für die einstige Existenz der Höhlenmenschen ansehen können. Man mufs sich demnach einstweilen mit der Hoffnung begnügen, dafs sich bei der weiteren Untersuchung der Bodethal-Höhlen ein wahrscheinlich noch besseres Resultat ergeben wird; erst dann wird es möglich sein, die Frage nach dem Sein oder Nichtsein des Höhlenmenschen mit voller Sicherheit zu entscheiden. Dr. L.



Erscheinungen am Sternenhimmel vom 15. März bis 15. April.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Sonne und Mond.

Sonnenauf- und Untergang: am 1. April 5h 38m Mg., 6h 32m Ab., am 15. April 5h 5m Mg., 6h 56m Ab. — Zunahme der Tageslänge März—April 2h 6m

Zeitgleichung und Sternzeit im mittleren Mittage:

	Zeitgleichung	Sternzeit		Zeitgleichung	Sternzeit
16. März	+ 8m 50s	23h 35m 0s	1. April	+ 3m 59s	0h 38m 5s
20. „	+ 7 40	23 50 47	5. „	+ 2 48	0 53 51
24. „	+ 6 27	0 6 33	9. „	+ 1 40	1 9 38
28. „	+ 5 13	0 22 19	13. „	+ 0 36	1 25 24

Die Beträge der Zeitgleichung sind zu den Angaben wahrer Zeit zu addiren, um mittlere Zeit zu erhalten, oder von denen mittlerer Zeit zu subtrahiren, um wahre Zeit zu bekommen. Die Werthe der Sternzeit an Tagen, für welche sie hier nicht angegeben sind, erhält man durch Addition von 3m 56s 5 pro Tag.

Entfernungen der Sonne und des Mondes von der Erde und scheinbare Durchmesser:

	Sonne Entfernung	Durchm.		Mond Entfernung	Durchm.
1. April	20,037 000 Meil.	32' 3"	1. April	51,200 Meil.	31' 29"
15. „	20,118 000 „	31 55	15. „	53,300 „	30 14

Auf- und Untergang des Mondes.

		Aufgang	Untergang
17. März	Erstes Viertel	9h 38m Mg.	2h 13m Mg.
22. „	Erdferne	2 45 Nm.	5 35 „
25. „	Vollmond	6 14 Ab.	6 19 „
2. April	Letztes Viertel	2 42 Mg.	9 39 „
7. „	Erdnähe	5 23 „	4 44 Nm.
8. „	Neumond	5 39 „	6 14 Ab.

2. Die Planeten.

Merkur ist in der ersten Hälfte April vor Sonnenaufgang und nach Sonnenuntergang sichtbar; am 5. April erreicht er seine Sonnennähe.

	Auf- und Untergang[1]		Entfernung von der Erde
15. März	6h 15m Mg.	5h 0m Ab.	27,180 000 Meilen
1. April	6 0 „	7 30 „	25,260 000 „
15. „	5 30 „	9 0 „	18,990 000 „

Venus ist Morgenstern.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. März	4h 45m Mg.	1h 45m Nm.	18,130 000 Meilen
1. April	4 30 „	2 30 „	20,650 000 „
15. „	4 0 „	3 0 „	22,640 000 „

Mars culminirt um etwa 2h Nachmittags und ist am Abendhimmel bis gegen 10h zu sehen.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. März	7h 15m Mg.	10h 0m Ab.	42,360 000 Meilen
1. April	6 45 „	10 0 „	44,520 000 „
15. „	6 0 „	10 0 „	46.190 000 „

Jupiter wird am Osthimmel vor Sonnenaufgang beobachtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. März	5h 45m Mg.	3h 45m Nm.	118,630 000 Meilen
1. April	4 45 „	3 0 „	116,010 000 „
15. „	4 0 „	2 30 „	113,120 000 „

Saturn culminirt um 10h Abends und ist bis in die Morgenstunden sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. März	4h 45m Nm.	6h 30m Mg.	168,030 000 Meilen
1. April	3 30 „	5 15 „	170,030 000 „
15. „	2 30 „	4 15 „	172,840 000 „

Uranus steht im Sternbild der Jungfrau, culminirt um 1h Morgens und kann schon von 9h Abends ab verfolgt werden.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. März	9h 15m Ab.	7h 30m Mg.	354,000 000 Meilen
1. April	8 15 „	6 30 „	351,300 000 „
15. „	7 15 „	5 30 „	350,300 000 „

Neptun im Stier, in der Nähe von δ Tauri, ist bis nach 11h Abends sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. März	8h 45m Mg.	0h 30m Mg.	604,500 000 Meilen
1. April	7 45 „	11 30 Ab.	609,700 000 „
15. „	6 45 „	10 30 „	613,200 000 „

[1]) Die Zeiten der Auf- und Untergänge werden hier, für den praktischen Gebrauch hinreichend, nur auf Viertelstunden angegeben.

Orte der Planeten:

	Venus		Mars		Jupiter		Saturn	
	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.
14. März	20h 44m	— 17° 3'	2h 8m	+ 13°13'	22h 15m	— 11°43'	11h 1m	+ 8°41'
19. „	21 8	— 15 52	2 22	+ 14 27	22 20	— 11 20	10 59	+ 8 50
24. „	21 31	— 14 29	2 35	+ 15 37	22 24	— 10 54	10 58	+ 8 58
29. „	21 53	— 12 56	2 49	+ 16 44	22 28	— 10 30	10 56	+ 9 6
3. April	22 16	— 11 13	3 3	+ 17 47	22 32	— 1 0 8	10 55	+ 9 13
8. „	22 38	— 9 21	3 17	+ 18 46	22 36	— 9 45	10 54	+ 9 19
13. „	23 1	— 7 23	3 32	+ 19 40	22 40	— 9 23	10 53	+ 9 25

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

12. April I. Trabant. Verfinsterungseintritt 5h 22m Morg.

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(für Berlin sichtbar.)

		Gröfse	Eintritt	Austritt
26. März	* l Virginis	5.0m	11h 14m Ab.	0h 12m Mg.
15. April	* x Geminor.	3.6	7 17 „	8 11 Ab.

5. Orientirung am Sternhimmel.

Während März-April befinden sich um 8h Abends in Culmination die Sternbilder der Hydra, des Krebs und des Luchs, im Aufgange um dieselbe Zeit sind Hercules, Ophiuchus und Schlange, im Untergange befindlich Pegasus, Fische und Andromeda. Spica culminirt um Mitternacht, Aldebaran geht um Mitternacht unter. — Die folgende Tafel giebt die Culminationszeiten der hellsten Sterne zwischen 7h Abends bis 5h Morgens:

Culminirende Sterne	Helligkeit	Culmination am 23. März	am 1. April	am 8. April	am 15. April
α Gemin. (Castor) . . .	2m	7h 24m Ab.	6h 48m Ab.	6h 21m Ab.	5h 53m Ab.
α Can. min. (Procyon) .	1	7 30 „	6 54 „	6 27 „	5 59 „
α Hydrae	2	9 19 „	8 45 „	8 15 „	7 48 „
α Leonis (Regulus) . .	1.3	9 59 „	9 23 „	8 56 „	8 28 „
δ Leonis	2.3	11 5 „	10 29 „	10 2 „	9 34 „
β Leonis	2	11 39 „	11 4 „	10 37 „	10 9 „
β Corvi.	2.3	0 28 Mg.	11 48 „	11 22 „	10 54 „
α Virginis (Spica) . .	1	1 19 „	0 43 Mg.	0 16 Mg.	11 44 „
α Bootis (Arctur) . . .	1	2 10 „	1 34 „	1 7 „	0 39 Mg.
α Librae	2.3	2 44 „	2 9 „	1 41 „	1 13 „
α Scorpii (Antares) . .	1.2	4 21 „	3 46 „	3 19 „	2 51 „
α Ophiuchi	2.0	5 28 „	4 53 „	4 25 „	3 57 „
α Lyrae (Wega) . . .	1	6 31 „	5 56 „	5 28 „	5 1 „

6. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1891 Rectas.	Declin.
S Arietis	4. April	9—10m	13m	1h 58m 47s	+ 12° 0.1

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1891 Rectas.			Declin.	
R Arietis	21. März	8	12	2	9	55	+ 24	32.9
V Tauri	6. April	8—9	12	4	45	44	+ 17	21.4
R Ursae maj.	11. April	6—8	12	10	36	56	+ 69	21.0
RR Virginis	31. März	9	14	13	59	6	— 8	40.4
S Librae	12. April	8	12	15	15	7	— 19	59.6
S Serpentis	11. „	8	12	15	16	33	+ 14	42.4
S Coronae	5. „	7	12	15	16	57	+ 31	45.6
T Herculis	18. März	7—8	12	18	5	1	+ 31	0.3
R Capricorni	11. April	9	13	20	5	11	— 14	35.5
R Vulpec.	31. März	8	12	20	59	32	+ 23	23.2
T Capricorni	27. „	9	13	21	16	0	— 15	37.4

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

Algol . . . 18. März Nm., 24. Vm., 30. Mg., 4. April Ab., 10. Ab.
U Cephei . . 17. März, 22., 27. Nm., 1. April, 6., 11. Nm.
U Coronae . . 23. März, 30. Mg., 6. April Mg., 12. Ab.
δ Librae . . 19. März, 24. Ab., 29. Mg., 2. April Ab., 7. Mttg., 12. Mg.
S Cancri . . 21. März Nm., 31. Mg., 9. April Nm.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode.

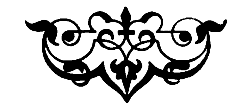
T Monocerotis 31. März.
U Monocerotis 12. März.

7. Meteoriten.

Im Sternbilde der Leyer treten um Mitte April zahlreichere Sternschnuppen auf.

8. Nachrichten über Kometen.

Der Spitalersche Komet war im Januar noch beobachtbar. Aufserdem ist der Komet 1890 II, der nun zum zweiten Mal in Opposition kommt, unschwer sichtbar. Am 4. Febr. vermuthete man in Wien, den periodischen Kometen Winnecke wieder aufgefunden zu haben, eine wohl etwas zu frühe Erwartung, da dieser Komet derzeit noch sehr beträchtlich von seiner Sonnennähe entfernt ist.





Dr. J. Scheiner, Die Spectralanalyse der Gestirne. Mit einem Vorworte von Professor H. C. Vogel. Mit 2 Spectraltafeln in Heliogravüre und 74 Figuren im Text. Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann. 1890. Preis 16 M.

Das uns heute vorliegende Werk ist eine bemerkenswerthe Erscheinung auf dem Büchermarkt. Es ist durch zwei Eigenschaften besonders ausgezeichnet, durch die Entstehungsart und den Entstehungsort. Ueber den ersteren Punkt äufsert sich Herr Professor H. C. Vogel in einer einleitenden Vorrede, die uns dieses Buch als einen ersten Schritt zur Verwirklichung des Planes, ein Lehrbuch der gesamten Astrophysik zu schaffen, begrüfsen läfst, unter anderm folgendermafsen: „Als eines der wichtigsten Gebiete der Astrophysik ist die coelestische Spectralanalyse zu betrachten, und es lag das Bedürfnifs, ihre Ergebnisse in ein Lehrbuch zusammenzufassen, am dringendsten vor, da sie in den Lehrbüchern der Spectralanalyse meist nur kurz oder zu populär behandelt worden ist, und der gewaltige Aufschwung, den gerade dieser Zweig der Astrophysik in den letzten Jahren durch die Verwendung der Photographie erfahren hat, einen Höhepunkt erreicht zu haben scheint." Nicht nur der Umstand, dafs dieses Werk eine sichtliche Lücke in der wissenschaftlichen Litteratur auszufüllen berufen ist, sondern noch mehr, dafs es in Potsdam entstanden ist, macht es uns besonders werthvoll, da die Geschichte des Potsdamer Astrophysikalischen Observatoriums wohl als ein wichtiger Theil der Geschichte der astrophysikalischen Entwickelung überhaupt zu betrachten ist. Der Verfasser selbst ist unsern Lesern nicht allein als selbständiger Forscher bereits bekannt geworden, sondern auch schon als ein solcher, der die Geheimnisse, die in den heiligen Gemächern der Wissenschaft entschleiert werden, für weitere Kreise lichtvoll darzustellen vermag. Wir wollen deshalb gleich vorausschicken, dafs nicht nur der engere Fachgenosse, für den dieses Buch in erster Linie bestimmt ist, sondern ein jeder, der für die Freuden der Astronomie empfänglich ist, in dieser „Spectralanalyse der Gestirne" eine vielseitige Aufklärung und Anregung finden wird.

Die Anlage und Gliederung des Stoffes ist eine glückliche zu nennen. Der Inhalt zerfällt in vier Theile. In Theil I werden die Spectralapparate, allgemein und in besonderer Rücksicht auf die astronomischen Zwecke, in Theil II die spectralanalytischen Theorien, das Kirchhoffsche Gesetz und das Dopplersche Princip, und in Theil III die Ergebnisse spectralanalytischer Untersuchungen an Himmelskörpern behandelt. Hier werden die Sonne, die Planeten, die Kometen und Nebelflecken, die Fixsterne, das Nordlicht und Zodiakallicht, und zum Schlusse im speciellen die Methode der Linienverschiebungen besprochen. Theil IV enthält ausführliche Tabellen für die Wellenlängen des sichtbaren Sonnenspectrums, gegründet auf das System der Wellenlängen von Müller und Kempf, der Linien im ultrarothen Theile des Sonnenspectrums nach W. Abney, des

Eisenspectrums nach Thalén und endlich einen Catalog von 994 Sternen der Classen IIIa und IIIb, der sich auf die Beobachtungen von H. C. Vogel, Dunér, Pickering, Espin, D'Arrest und Secchi stützt. Für die Zwecke speciellerer Studien ist dem Werke ein ausführliches Litteratur-Verzeichnifs der gesamten coelestischen Spectralanalyse mit Ausschlufs der Specialuntersuchungen über die Sonne, und für eine bequeme Benutzung des Werkes selbst ein Namen- und Sachregister beigegeben. In dem Namenverzeichnifs vermissen wir ungern einen Namen, dem wir in dem Text häufig begegnen, wir meinen den Namen des Verfassers selbst. Vielleicht wäre ein Sonderverzeichnifs der 74 Figuren, die den Text zieren und oft werthvolle im Original schwer zugängliche Spectren reproduciren, manchem der Leser erwünscht gewesen.

Unser Leser wird schon aus dieser kurzen Inhaltsangabe die Ueberzeugung gewonnen haben, dafs es bei der Fülle des gebotenen Stoffes auch nicht annähernd möglich sein wird, dem reichen Inhalt des Buches im Rahmen eines bescheidenen Referates gerecht zu werden. Wir können deshalb hier nur einzelne Punkte hervorheben.

Der Praktiker findet gleich im ersten Theile eine eingehende Beleuchtung der drei verschiedenen Arten von Spectroskopen, des Fernrohrs mit Objectivprisma, des Ocularspectroskopes und des zusammengesetzten Spectroskopes. Mit grofsem Interesse wird der Leser insbesondere den Ausführungen des Verfassers folgen, welche im speciellen die Potsdamer instrumentellen Einrichtungen[1]) betreffen, die zumeist in Potsdam selbst erdacht worden sind. Wir lernen die H. C. Vogel sche Bestimmungsmethode der unvollständigen Achromasie der Fernrohrobjective und deren Einflufs auf die Beobachtungen von Sternspectren kennen, weiterhin die Sternspectroskope von H. C. Vogel, Secchi und Huggins, das Kometen- und Nebelfleckenspectroskop von H. C. Vogel, das Halfprism-Spectroskop von Greenwich, die verschiedenen Protuberanzenspectroskope und den Scheiner schen Spectralvergröfserungsapparat. Bei der Besprechung der Anwendung der Protuberanzspectroskope vermifst Referent eine Angabe über die Verwerthung derselben für die Venus- und Mercurdurchgänge, die in Bezug auf den diesjährigen Mercurdurchgang von einigem Interesse gewesen wäre. Die Prismen und Prismensysteme, die bei diesen Apparaten Verwendung finden, sind schon vorher vom Verfasser eingehend besprochen worden. Herr Dr. Scheiner hebt den Vortheil der 60°-Prismen gegenüber den 45°-Prismen hervor und empfiehlt bei starken Dispersionen die Anwendung der zusammengesetzten (Rutherfurd schen) Prismen. Besondere Beachtung verdient die „trennende Kraft" des Spectroskopes, die von der Oeffnungsweite des Spaltes und der Stärke der Dispersion abhängt. Ueber die Krümmung der Spectrallinien geben die Ditscheinerschen Untersuchungen im allgemeinen Aufschlufs, wenngleich ähnliche Untersuchungen für die Prismensysteme mit gerader Durchsicht noch gänzlich fehlen. Die vielfache Verwendung der Cylinderlinse bei Spectralapparaten haben den Verfasser mit Recht veranlasst, die Theorie derselben besonders zu behandeln. Der Verfasser berücksichtigt hier nur die als Manuscript gedruckten Camphausen schen Untersuchungen, ohne die verdienstvolle Schrift von Reusch „Theorie der Cylinderlinse" und die Seeliger schen allgemeinen Untersuchungen zu erwähnen. Weiterhin erfährt der Leser von dem Einflufs der Luftunruhe auf die Spectralbeobachtungen.

Für die Vollständigkeit, mit der Herr Dr. Scheiner die in der Astronomie verwendeten Spectralapparate bespricht, müssen wir ihm besonders

[1]) Himmel und Erde II, 126—38.

dankbar sein. Der Verfasser würde sich den Leser noch mehr verpflichten, wenn er vielleicht bei Gelegenheit einer Neuauflage den komplizirten Apparat „Das Auge“ — dessen Fehler nicht nur bei den Ocularbeobachtungen, sondern auch bei der Herleitung der Resultate aus photographischen Aufnahmen eine Rolle spielen — mit der ihm eigenen Klarheit für die speziellen Zwecke spectralanalytischer Beobachtungen bearbeiten würde. So sind z. B. die neuesten Untersuchungen von H. v. Helmholtz[2]) über die Störung der Wahrnehmung kleinster Helligkeitsunterschiede durch das Eigenlicht der Netzhaut von fundamentaler Bedeutung für die Spectralbeobachtungen. Ein gleiches Interesse beanspruchen die Untersuchungen von Uhthoff[3]) über die Abhängigkeit der Sehschärfe von der Intensität, sowie von der Wellenlänge im Spectrum. Aehnliche Untersuchungen liegen noch von W. König, Brodhun u. A. vor. Während einerseits das Eigenlicht der Netzhaut die Beobachtung schwacher Lichtobjekte störend beeinflufsen kann (besonders schädlich mufs diese Wirkung bei den photometrischen Messungen wegen der durch das Eigenlicht hervorgerufenen successiven Erhellung und Verdunkelung des Gesichtsfeldes auftreten), so läfst sich andererseits die Empfindlichkeit der Netzhaut durch einen durch den Kopf des Beobachters geleiteten konstanten elektrischen Strom in langdauernder Wirkung erhöhen. Ob diese Erhöhung der Empfindlichkeit für objektives Licht durch direkte Einwirkung des Stromes auf die Netzhautelemente oder durch Beeinflussung des Blutkreislaufes entsteht, ist noch unentschieden,[4]) jedenfalls findet die galvanische Erregung nicht in der Nervenfaserschicht, sondern nach aufsen von ihr statt, wahrscheinlich in der Zapfenschicht. Vielleicht gewinnt diese Methode einmal für die Auffindung ganz schwacher Lichtobjekte bez. feiner dunkler Spectrallinien praktische Bedeutung. Referent glaubte diese Untersuchungen schon wegen ihres allgemeinen astronomischen Interesses hier erwähnen zu sollen.

Im zweiten Theile behandelt Herr Dr. Scheiner die Theorie des Kirchhoffschen Gesetzes, nicht ohne gleichzeitig auf die Einschränkung hinzuweisen, welche die Gültigkeit desselben durch Wüllner, v. Helmholtz, E. Wiedmann u. A. erfahren hat. Die weiter folgende Theorie des Dopplerschen Prinzipes ist nach Ketteler behandelt, vielleicht hätten hier die Voigtschen Untersuchungen über die Theorie des Lichtes für bewegte Medien und der Ebertsche Nachweis, dafs das Dopplersche Prinzip für die Bewegung einzelner leuchtender Moleküle nicht gültig ist, Berücksichtigung verdient, wenngleich letztere Untersuchung noch nicht abgeschlossen ist.

Wiewohl der Verfasser nicht beabsichtigt hat, bei der Besprechung der Ergebnisse spectralanalytischer Untersuchungen die Sonne eingehend zu berücksichtigen, so wird der Leser doch erstaunt sein über die Fülle von Belehrung, die er auch über diesen Zweig der Astrophysik aus dem Scheinerschen Buche schöpfen kann. Es werden die drei Methoden, nach denen das ultrarothe Sonnenspectrum wahrnehmbar gemacht werden kann, und ihre Resultate angegeben. Die Methode der Phosphorescenz von Becquerel, der Wärmewirkung von Langley und der Photographie von Abney. Neuerdings hat Lommel die erste und dritte Methode mit Erfolg kombinirt. Das Wellenlängenverzeichnifs der atmosphärischen Linien nach Angström und

---

[2]) Zeitschrift f. Psych. u. Physiol d. Sinnenorgane Bd. 1 p. 1—17.

[3]) Gräfe's Arch. f. Ophthalm. Bd. 36 und Zeitschrift f. Psych. u. Physiol. der Sinnenorgane Bd. 1 p. 155—60. „Ueber die kleinsten wahrnehmbaren Gesichtswinkel in den verschiedenen Theilen des Spectrums“.

[4]) Arch. f. Psych. Bd. 21. 1889.

Vogel, reduziert auf das Potsdamer System, ist eine werthvolle Beigabe. Das H. C. Vogelsche Verzeichnifs der Sonnenfleckenspectrallinien giebt uns ein deutliches Bild von den Veränderungen des Fleckenspectrums gegen das Sonnenspectrum. Das Young sche Chromosphärenlinienverzeichnifs ist ebenfalls in das Müller-Kempf sche System umgesetzt.

Die umfangreichste Untersuchung über die Spectra der Planeten stammt von H. C. Vogel aus dem Jahre 1874. Auf diese sowie auf die weiter folgenden Arbeiten über Kometen- und Nebelfleckenspectren (Huggins) werden wir in einzelnen Referaten zurückkommen. Besonders auf dem Gebiete der Fixsternspectralanalyse bietet der Verfasser, der sich hier auf ureigenstem Forschungsgebiete bewegt, soviel des Neuen und Werthvollen, dafs wir im Interesse unserer Leser nothwendig hierauf zurückkommen müssen. Die vieljährigen Arbeiten von H. C. Vogel werden hier zum ersten Male in einheitlicher Darstellung zusammengestellt. Dieser Theil unseres Buches bildet im speciellen einen Ruhmestitel des Potsdamer Observatoriums. Was dem Scheiner schen Buche noch einen besonderen Reiz verleiht, ist der Umstand, dafs der Verfasser an vielen Stellen durch direkte Mittheilung der Autoren in den Stand gesetzt ist, nicht nur die neuesten Resultate der Wissenschaft, sondern theilweise noch unpublizirte Forschungsergebnisse mitzutheilen.

Es wird ein jeder Fachgenosse der von Herrn Professor H. C. Vogel in der Vorrede ausgesprochenen Meinung, dafs die Scheiner sche Bearbeitung der Spectralanalyse der Himmelskörper, die sich durch Gründlichkeit auszeichnet, mit Freuden zu begrüfsen sei, rückhaltlos zustimmen und sich dem Wunsche, dafs es der Verlagsbuchhandlung W. Engelmann gelingen möge, auch für die übrigen Theile der Astrophysik in nicht zu ferner Zeit Bearbeiter zu finden, gern anschliefsen. F. S. Archenhold.



Verzeichnifs der vom 1. August 1890 bis 1. Februar 1891 der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.

Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Sitzungsbericht. Untersuchungen über die sogenannten leuchtenden Wolken. Von O. Jesse in Steglitz.

Astronomische Gesellschaft, Catalog. I. Abtheilung. III. Stück. Zone $+ 65°$ bis $+ 70°$, beobachtet auf der Sternwarte zu Christiania, 1890.

Bureau des Longitudes, Annuaire pour l'an 1890, Paris, Gauthier-Villars et Fils.

H. Ebert. Ueber die Ringgebirge des Mondes. München, F. Straub, 1890.

H. Ebert, Zur Frage nach der Beschaffenheit des Spektrums des Zodiakallichtes. Leipzig, J. A. Barth, 1890.

H. Ebert, Ein Vorlesungsversuch aus dem Gebiete der physikalischen Geographie (Bildung der Schlammvulkane und der Mondringgebirge). Leipzig, J. A. Barth, 1890.

B. Gretschel & G. Bornemann, Jahrbuch der Erfindungen, 26. Jahrg. Mit 21 in den Text gedruckten Holzschnitten. Leipzig. Quandt & Händel, 1890.

A. W. Grützmacher, Jahrbuch der meteorologischen Beobachtungen der Wetterwarte der Magdeburger Zeitung, Band VIII, Jahrgang IX, 1889.

A. Hall, Saturn and its ring 1875—1889, Appendix II. Washington, Government Printing Office 1889.

J. H. Hall, Christian Henry Frederick Peters. 1890.

Jahrbücher der k. u. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, Jahrgang 1888, neue Folge, Band XXV, der ganzen Reihe XXXIII. Band. Wien, W. Braumüller, 1889.

v. Konkoly, Handbuch für Spektroskopiker im Cabinet und am Fernrohr. Mit 335 Holzschnitten im Texte. Halle a. S., W. Knapp, 1890.

A. Lancaster, Liste générale des Observatoires et des Astronomes, des Sociétés et des Revues astronomiques. Bruxelles, F. Hayez, 1890.

R. Langenbeck, Die Theorien über die Entstehung der Koralleninseln und Korallenriffe und ihre Bedeutung für geographische Fragen. Mit 5 Fig. im Texte. Leipzig, W. Engelmann, 1890.

J. N. Lockyer, The meteoritic hypothesis. London, Macmillan, 1890.

A. Marcuse, Resultate der fortgesetzten Berliner Beobachtungsreihe betreffend die Veränderlichkeit der Polhöhen. Berlin, 1890.

M. Perrotin, Annales de l'Observatoire de Nice, publiées sous les auspices du bureau des longitudes, Tome II et III. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1887, 1890.

W. Prinz, Sur les Similitudes que présentent les cartes terrestres et planétaires. Bruxelles, F. Hayez, 1891.

Publications of the Washburn Observatory, Vol VI, Parts I and II. Madison, Democrat Printing Company, 1890.

C. F. Retzer, Die naturwissenschaftliche Weltanschauung und ihre Ideale. Leipzig, E. Wiest, 1890.

J. Scheiner, Die Spectralanalyse der Gestirne. Mit 2 Spektraltafeln in Heliogravüre und 74 Figuren im Texte. Leipzig, W. Engelmann, 1890.

Schweizerische geodätische Commission. Das Schweizerische Dreiecksnetz. Band V. Astronomische Beobachtungen im Tessiner Basisnetze, auf Gäbris und Simplon; definitive Dreieckseitenlängen; geographische Coordinaten. Mit einer Karte. Zürich, S. Höhr, 1890.

H. Seeliger, Neue Annalen der K. Sternwarte in Bogenhausen b. München. Band I. München, Kgl. Akademie 1890.

A. Souchon, Traité d'Astronomie théorique, contenant l'exposition du calcul des perturbations planétaires et lunaires. Paris, G. Carré, 1891.

F. M. Stapff, Diluvialstudien in Lappmarken. Mit mehreren Abbildungen.

A. Steinheil und E. Voit, Handbuch der angewandten Optik. Mit in den Text gedruckten Figuren und 7 lithographierten Tafeln. Leipzig, Teubner, 1891.

F. Tissérand, Traité de Mécanique céleste. Tome II. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1891.

D. P. Todd, Modern Eclipse Problems. New York. The Forum Publishing Company.

F. Umlauft, Das Luftmeer. Die Grundzüge der Meteorologie und Klimatologie. 2., 3., 4. Lieferung. Wien, A. Hartleben, 1890.

A. v. Urbanitzky und L. Zeisel, Physik und Chemie. Eine gemeinverständliche Darstellung der physikalischen und chemischen Erscheinungen in ihren Beziehungen zum praktischen Leben. 3.—6. Lieferung. Wien, A. Hartleben, 1890.

B. Weinstein, Metronomische Beiträge No. 7. Ueber die Bestimmung von Aräometern mit besonderer Anwendung auf die Feststellung der deutschen Urnormale für Alkoholometer. Berlin, J. Springer, 1890.

A. Winterhalter, Washington Observations for 1885. Appendix I. The international astrophotographic Congress and a visit to certain european observatories and other Institutions. Report to the Superintendent, Washington, Printing Office, 1889.



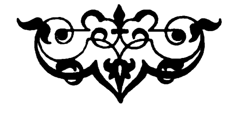


Hern F. in B. Ihr geistvoller Vorschlag, den Mond im Erdlicht zu photographiren, um dadurch die allzu grofse Lichtfülle des vom direkten Sonnenlicht beschienenen Mondbildes zu vermeiden, verdient sicherlich bei den Astrophotographen volle Beachtung. Wir hatten aus diesem Grunde Herrn Prof. Holden von Ihrer Idee vor einiger Zeit in Kenntnifs gesetzt und empfingen kürzlich ein Antwortschreiben, welches über die Erfolge der daraufhin auf der Licksternwarte ausgeführten Versuche berichtete. Es hat sich dabei gezeigt, dafs die helle Mondsichel schon bei einer Expositionsdauer von einer Minute so stark überexponirt war, dafs sich ein weithin reichender Nebelschimmer um dieselbe gebildet hatte, der alles Detail im aschgrauen Licht vernichtete. Dieser Uebelstand würde natürlich noch viel stärker hervortreten, wenn die Belichtungsdauer noch mehr verlängert würde, um die schwach leuchtenden Gebiete der dunklen Mondseite zur photographischen Wirkung zu bringen. Jedenfalls müfste also bei weiteren Versuchen in dieser Richtung zunächst die helle Mondsichel abgeblendet werden. Uebrigens läfst sich der Grundgedanke Ihres Vorschlages aber vielleicht einfacher und besser verwirklichen, wenn man den hellen, im Sonnenlicht leuchtenden Mond photographirt, aber durch Zwischenschaltung eines Polarisationshelioskops die Helligkeit bis zur vortheilhaftesten Lichtschwäche herabmindert. In der That könnten dann vielleicht durch Fixirung des von den zufälligen, unwirksam bleibenden Wallungen befreiten mittleren Bildes schärfere Mondaufnahmen, als bisher, erzielt werden; es machen dies sogar die epochemachenden Erfolge der Potsdamer spektographischen Methode H. C. Vogels wahrscheinlich.

F. Kbr.

Herrn E. F. in Leipzig. Sie fragen ad 1 nach einer populären Darstellung der astronomischen Kenntnisse der Chinesen und weisen darauf hin, wie dürftig unsere Handbücher namentlich in Bezug auf die Frage sind, welche Vorstellungen die Chinesen über die Planetenbewegung hatten. Dieses letztere wird sich kaum beantworten lassen, da die Chinesen vor allem Beobachter sind und selten philosophiren; ihre Astronomie ist beobachtende Sternkunde mit astrologischem Beigeschmack. Das vollständigste und gründlichste Werk (für den Laien zu gelehrt und zu umfangreich) über das astronomische Wissen der Chinesen ist von G. Schlegel: Sing-chen-khao-youen ou Uranographie chinoise, Leyde 1875; 2 vol. Aufserdem kann hauptsächlich verwiesen werden auf die älteren Werke von Delambre (Hist. de l'astr. ancienne) und Montucla (Hist. des mathémat.), aus welchem unsere modernen Bücher über Geschichte der Astronomie (Mädler u. s. w.) geschöpft haben.

ad 2 und 3 werden wir bemüht sein, nachdem eine Reihe von anderen Stoffen erledigt ist, in unserer Zeitschrift die gewünschten Gegenstände zu behandeln. Ueber die Rechnungsmethoden des Alterthums hat unser Herr Ginzel uns einen orientirenden Aufsatz zu liefern versprochen. Was eine Darstellung der Kant-Laplaceschen Schöpfungstheorie im Lichte der heutigen Forschungen betrifft, so erscheint es uns bedenklich, darüber anders als ganz ausführlich zu schreiben, so etwa, dafs fortlaufende Artikel einen ganzen Jahrgang hindurch die verschiedenen Hypothesen behandelten; im anderen Falle würde man allzuleicht der ungeheuren Zahl von Dilettanten, welche sich mit diesem Gegenstande, leider ohne die hierfür besonders nothwendigen orientirenden Vorkenntnisse zu besitzen, beschäftigen, unklare Begriffe geben, welche sie auf bedenkliche Abwege führen könnten.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Ein gefährlicher Uebergang im grönländischen Binneneis.



Die Eisdecke Grönlands als ein Rest der Glacialzeit unserer nördlichen Erdhälfte.

Von Dr. H. **Rink** in Christiania.

Ob oder in welchem Grade das Innere von Grönland als ganz unter Eis begraben zu betrachten sei, ist in den letzten zwanzig Jahren ein Gegenstand vielfacher Untersuchung gewesen. Allerdings sprachen die bisherigen Erfahrungen ganz für die Vermuthung einer solchen Eisdecke, nämlich theils nach dem, was man von den bedeutenden Berghöhen des Küstenlandes aus gesehen, theils weil man auf gelegentlichen Wanderungen nach dem völlig unbewohnten Innern hin früher oder später den Weg auch wirklich durch einen Eisrand gesperrt fand. Allein wegen der grofsen Ausdehnung dieser Einöden waren solche Beobachtungen doch für eine sichere Beantwortung der oben genannten Frage und für die physisch geographische Kenntnifs des Landes überhaupt ungenügend. Als deshalb im Jahre 1876 eine Reihe systematischer Forschungen in Verbindung mit kartographischer Aufnahme angefangen wurde, war es, rücksichtlich des Binnenlandes, die erste Aufgabe, die vermuthete Continuität des eben genannten Randes zu erforschen. Den wissenschaftlichen Reisenden, die seitdem jährlich von Dänemark ausgingen oder in Grönland überwinterten, ist es denn auch wirklich geglückt, die noch vorhandenen Lücken der Karten von Süden bis etwa zum 75° nördlicher Breite auf der West- und 67° auf der Ostküste Grönlands, was die Hauptumrisse betrifft, auszufüllen, und dabei den Eisrand so zu verfolgen, dafs wohl kaum jemand mehr bezweifeln kann, dafs derselbe auf dieser Strecke nirgends einen Durchgang offen läfst. Verfasser dieses Aufsatzes hat im Jahre 1888 in der Berliner Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde einen Ueberblick über die Resultate jener For-

schungen geliefert. Es ist jedoch später einer Expedition geglückt, die Untersuchung eines von den genannten Reisenden nicht betretenen Gebietes auszuführen, dessen Durchwanderung doch noch immer für eine vollständige Kenntnifs des Ganzen nothwendig war. Wohl hatten Reisende nämlich auch über den besagten Rand hinaus Einblicke ins Innere gemacht, theils direkte, namentlich die der fremden Reisenden, Nordenskjöld und Peary, theils und besonders durch die Untersuchung der Bewegungen des Eisrandes, welche auf Wirkungen schliefsen liefsen, die von den entferntesten Gegenden des Innern ausgehen müfsten, und denen an Grofsartigkeit, bei der Entstehung der schwimmenden Eisberge, überhaupt nur wenige Naturerscheinungen anderer Länder an die Seite zu stellen sind. Dennoch liefsen sich aber doch von verschiedenen Seiten, und selbst von angesehenen Autoritäten, sehr abweichende Meinungen rücksichtlich der Beschaffenheit des Innern hören. Die Berichtigung derselben erforderte weitere Untersuchungen an Ort und Stelle des noch nie vom Menschenfufs betretenen Innern, und es läfst sich ja nicht leugnen, dafs eine Durchquerung Grönlands auch aus ganz allgemeinen Gründen für die Vervollständigung der gewonnenen Erfahrungen sehr wünschenswerth war. Diese höchst schwierige und gefahrvolle Aufgabe wurde bekanntlich durch Nansen gelöst.

Oft genug hört man von Eisbergen, die im Atlantischen Meere von Schiffen zwischen Europa und Amerika getroffen werden. Was ihre Gröfse und Form betrifft, sind die Berichte darüber öfters übertrieben, sowie die allgemeine Vorstellung von ihrem Ursprunge auch etwas unklar ist. Sie haben für uns hier ein besonderes Interesse, da die Eisberge der nördlichen Erdhälfte alle von der erwähnten Eisdecke, dem Binneneise Grönlands, und namentlich die auf jenem Wege vorkommenden, von der Westküste, zwischen 68° und 76° nördlicher Breite, herstammen und letztere sonach, vom Wind und Strom getrieben, bis zu 400 Meilen zurückgelegt haben müssen. Wir besitzen auch jetzt mehrfache Messungen, die nahe dem Orte ihrer Entstehung namentlich an denen, die von der Küste zwischen 68° und 71° nördlicher Breite ausgehen, angestellt sind. Nach diesen kann von ihren Dimensionen im allgemeinen folgendes gesagt werden: Da sie alle durch Zerbrechung gebildet sind, finden sie sich natürlich von den gröfsten an bis zu den kleinsten in allen möglichen Dimensionen, und ihre Klassificirung nach der Gröfse mufs immer etwas willkürlich bleiben. Für grofse Eisberge gilt doch wohl in Nordgrönland nach den obigen Messungen: Höhe ihrer höchsten

Spitzen über dem Meere häufig über 200 Fufs, selten 400 Fufs erreichend; die mittlere Höhe, selbst der gröfsten, übersteigt doch wohl kaum 120 Fufs; die Grundfläche im Niveau des Meeres variirt wohl zwischen etwa 200 000 und 800 000 □Fufs. Der gröfste Theil liegt aber bekanntlich unter der Meeresfläche. Um die Gröfse des ganzen Stückes auszufinden, mufs man den Inhalt jenes sichtbaren Theiles mit $8\frac{1}{2}$ multipliciren. Es zeigt sich dann, dafs man häufig Eisberge mit einem Gesamtinhalt von 600 Millionen Kubikfufs, ziemlich häufig auch wohl noch von 800 Millionen Kubikfufs trifft, wogegen Kolosse von 1000 Millionen Kubikfufs oder darüber zu den Seltenheiten gerechnet werden müssen. Andererseits dürften wohl die weniger als 200 oder jedenfalls als 100 Millionen betragenden kleinen Eisberge zu nennen sein, und Stücke, die nicht mehr als etwa 30 Fufs aus dem Wasser emporragen, nennt man in der Regel nicht Berge, sondern kleineres „Kalbeis“. Um die Vorstellung von der Bedeutung der hier



Fig. 1. **Der Eisfjord bei Jacobshavn.** Fig. 2. **Eisberg-Durchschnitt.**

Erklärung: A Untiefe mit angehäuften Eisbergen. — C und D Hellands und Hammers Beobachtungsstationen. — K der Punkt, von welchem aus die Kalbung (bei 2) beobachtet wurde. — L-S ein Landsee, der aus dem Innern des Gletschers Zuflufs erhält. — RR der Rand, von welchem die Eisberge ausgehen; die Zahlen geben die wechselnde Lage desselben an: (1) 1851, (2) 1875, (3) 1880, (4) 1879, (5) 1883. — SA Seitenarm.

gegebenen Dimensionen zu erleichtern, ist in Figur 2 die Andeutung eines dreimastigen Schiffes mittlerer Gröfse mit dem idealen Durchschnitte eines grofsen Eisberges zusammengestellt.

Die aufserordentlichen Dimensionen dieser Eisblöcke, die Frage, wie dieselben vom festen Gletschereise des Landes losgerissen und dem Meere übergeben werden können, hat auch in den letzten Jahren eifrige Untersuchungen veranlafst. Ganz im allgemeinen mufste es ja schon einleuchtend sein, dafs die Strenge des Klimas in Verbindung mit der Gröfse des Landes bewirkt, dafs der Niederschlag nicht im flüssigen Zustande völlig entfernt werden kann, und dafs deshalb Gletscher theilweise die Flüsse vertreten müssen, indem sie das Wasser im festen Zustande fortschaffen. Unsere Figur 4 zeigt das Binneneis

zum Meere, dem „Eisfjord", herabgehend, mit den davor schwimmenden kleinen Eisbergen und „Kalbeis", alles aus der Ferne gesehen.

Wenn aber ein solcher Eisfjord bildlich dargestellt werden soll, sodaſs beides, der Rand, von dem die Eisberge abgelöst werden und die Verbindung desselben durch einen groſsen Gletscherarm mit dem Binneneise im Hintergrunde verdeutlicht werden soll, so erfordert das Bild bedeutende Dimensionen. Indem wir jetzt zur näheren Beschreibung eines Eisfjordes, nämlich des Jakobshavner Fjords, übergehen, wählen wir zur näheren Erklärung lieber die Form eines Grundrisses in Verbindung mit einem idealen Durchschnitte (siehe Figur 1 und 3). Der Eisfjord bei Jakobshavn, unter 69° 10′ nördlicher Breite, ist der südlichste und zugleich am genauesten untersuchte unter denen, von welchen die oben erwähnten, auf dem Wege nach Amerika angetroffenen Eisberge herstammen können.

Von der See aus betrachtet, zeigt das Land im Hintergrunde der Diske-Bucht, in welche der besagte Fjord seine Eismassen hinaus sendet,



Fig. 3. Idealer Längsdurchschnitt nach der Linie AB (Fig. 1), mit vergröſserten Dimensionen.

Mb = Meeresboden; W = Wasserspiegel.

durchaus nicht ein Aussehen, welches auf die Bildung der Eisberge hindeuten könnte. Es besteht aus einige hundert Fuſs hohen Bergen mit einer Vegetation so reichlich, wie Grönland unter dieser Breite sie überhaupt hervorbringen kann. Zwischen diesen Bergen öffnet sich der, reichlich $^1/_2$ Meile breite Sund, vor dessen Mündung zu jeder Zeit eine Ansammlung der gröſsten Eisberge zu sehen ist. Vom Fjorde ausgestoſsen, stranden sie hier mittlerweilig auf eine Untiefe. Ihr Erscheinen dürfte nicht wenig zu der älteren Vorstellung von einem quer durch Grönland, von der Ostküste herführenden Sunde beigetragen haben. Und doch kann man sich so leicht von Jakobshavn aus einen Anblick verschaffen, der allein hinreichend ist, um die Irrigkeit dieser Vorstellung zu erweisen. Es ist diese Rekognoscirung zugleich eine wahre Lustfahrt, die hin und zurück bequem in einem Tage ausgeführt wird. Es geschieht dieses mit Hundeschlitten und am besten im Frühjahr, wenn die Sonne nahe dabei ist, um Mitternacht zu scheinen. In einer Höhe von etwa 800 Fuſs sieht

man mit einem Mal eine überaus grofsartige Landschaft vor sich ausgebreitet. Die Ansicht umfafst ungefähr alles, was in dem Grundrisse aufgenommen ist: im Vordergrunde den inneren, mit Eisbergen angefüllten Fjord, den Gletscherrand, von welchem sie herstammen, den grofsen Gletscher, der gleichsam die Fortsetzung des Fjords bildet und im Hintergrunde ins Binneneis übergeht, endlich letzteres wie ein Tafelland sich erhebend und mit einer zusammenhängenden, völlig horizontalen Linie den Horizont von Süden nach Norden begrenzend und somit das unbekannte Innere von Grönland deckend. Man sieht also hier im Hintergrunde nichts von dem, was man sonst mit dem Begriffe eines Alpenlandes verbindet, nichts als diese blendend weifse Ebene von unbekannter, scheinbar aber nicht alpenartiger Höhe, keine Bergspitzen mit Klüften und Abgründen dazwischen. Nach dem Vordergrunde hin aber geht von jener Ebene der Arm aus, der



Fig. 4. **Das Binneneis, bis ans Meer reichend.**

sich mit einer nur $^1/_2{}^0$ betragenden Neigung ins Meer versenkt und den Eisberge abgebenden Gletscher bildet. Auf der Oberfläche dieser Verzweigung gewahrt man auch die Unebenheiten, Spalten und zackige Spitzen und Kämme, die den gewöhnlichen Gletschern eigenthümlich sind.

Man sollte glauben, dafs das Land, auf welchem man sich hier in diese eisigen Umgebungen versetzt sieht, vorzugsweise öde oder arm an Pflanzenwuchs sei, allein dieses ist durchaus nicht der Fall. Es giebt hier reichlich Beeren, die, durch den Schnee aufbewahrt, auch im Frühjahr noch zu haben sind. Auch an Hasen und Schneehühnern ist hier kein Mangel. Die tiefe Stille, die in dieser einsamen Gegend herrscht, wird ab und zu von einem donnerähnlichen Getöse unterbrochen, welches, gleichsam in die weite Ferne hinrollend, sich

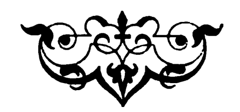
verliert. Es ist kein Wunder, dafs Eismassen von etwa 1000 Fufs Dicke, indem sie über den Grund fortgeschoben werden, durch Spaltenbildungen und innere Verschiebungen einen derartigen Laut hervorbringen können.

Was nun den Hergang bei der Eisbergbildung im allgemeinen betrifft, so ist es also der eben erwähnte Gletscher, der unter fortwährendem Vorwärtsdringen diese schwimmenden Berge als Bruchstücke abgiebt. Wie der Grundrifs zeigt, hat er eine Breite von etwa $^3/_4$ Meilen. Beim gegebenen idealen Längendurchschnitt mufs erinnert werden, dafs es, da er zugleich die Länge und die Dicke des Gletschers andeuten sollte, wegen des grofsen Unterschiedes zwischen beiden nothwendig war, auf dem kleinen Bilde den vertikalen Mafsstab bis zum 5fachen des horizontalen zu vergröfsern. Die Andeutung der Form der Bruchstücke bleibt dann doch jedenfalls höchst unvollkommen. Man fragt sich jetzt doch unwillkürlich, wie es möglich sei, dafs ein Block von so ungeheuren Dimensionen als ein grofser Eisberg sich losreifsen und fortschwimmen kann. Hierzu möge es vorläufig genügen, zu bemerken, dafs der äufserste Theil des festen Gletschers, wie der Längendurchschnitt zeigt, schon ganz vom Wasser getragen wird. Von einem eigentlichen Falle des Ganzen beim Losreifsen kann also wenigstens bei diesem Gletscher nicht die Rede sein. Doch läfst es sich ja denken, dafs eine Aufhebung des Zusammenhanges der spröden Masse früher oder später eintreten mufs, nachdem sie nicht mehr vom festen Grunde getragen und zwischen den Felsseiten zusammen gehalten wird, und dieses kann nicht ohne gewaltsame Zerstörungen vor sich gehen. Selbst die weitere Zerstückelung oder „Kalbung“ eines bereits schwimmenden Berges führt ja solche gewaltsam lärmende Bewegungen mit sich. Die folgende Schilderung einer Kalbung des festen Gletschers giebt einen Begriff von dieser seltenen Naturerscheinung. Dieselbe ist vom norwegischen Geologen A. Helland, und seine Beobachtung geschah von der Südseite des Fjordes aus:

„Es giebt, soviel man weifs, nichts, was eine Kalbung im voraus andeutet. Diese giebt sich auf einmal durch ein schreckliches Krachen zu erkennen. Wendet man dann den Blick dorthin, wo die Bewegung vor sich geht (nämlich von einer Höhe aus die Oberfläche des Gletschers überschauend), so sieht man erst eine Staubwolke von Eis oder Wasser von da aus in die Höhe gestofsen werden. Gleichzeitig gewahrt man ein unermefsliches, zackiges Stück vom Rande aus sich fortwälzend und seine Kante über den Rand emporhebend,

aber sogleich stürzen grofse thurmähnliche Theile desselben zusammen, im Fall sich in Bröckchen auflösend. Sobald als diese Kalbung in der mittleren Partie des Gletschers eingetreten war, fing auch anderswo eine zweite an. Ein grofses Stück löste sich hier aus dem festen Eise und entfernte sich mit einer Schnelligkeit von wenigstens etwa 1 m in der Sekunde. Diese Bewegung aus der Mitte des festen Gletschers heraus war um so mehr ins Auge fallend, als das besagte Stück, eben so wie die Oberfläche des ruhig verbleibenden Eises, mit scharfen Spitzen besetzt war. Indem dann die Zinnen des ersteren an denen des letzteren vorüber fuhren, war es um so leichter, die Bewegung sowie die Gröfse der abgelösten Masse zu beurtheilen. Doch liefs es sich nicht entscheiden, wie viele Eisberge dabei entstanden, da nämlich jetzt Kalbungen an mehreren Punkten eintraten. Indem auf die oben beschriebene Weise zwei grofse Eisberge gebildet waren, erhoben sich weifse Wolken an mehreren Stellen, und daneben kamen auch die vor dem Rande liegenden schwimmenden Berge in Bewegung, und es herrschte eine schreckliche Verwirrung, von einem fortwährenden, ab- und zunehmenden Getöse begleitet. Es dauerte ein wenig über eine halbe Stunde, ehe die Eismassen zur Ruhe kamen und der Lärm aufhörte. Inzwischen war auch das Wasser des Fjords in heftige Bewegung gerathen."

(Schlufs folgt).





Typische Witterungserscheinungen im Winter und die lang andauernde Kälte im Winter 1890/1891.

Von Prof. Dr. **W. J. van Bebber** in Hamburg.

Wenn ungewöhnliche Witterungserscheinungen sich in unseren Gegenden abspielen, welche das allgemeine Interesse in hohem Grade wachrufen, so pflegt man dieselben nicht selten in Zusammenhang zu bringen mit einer Aenderung in der Richtung des Golfstromes oder mit den Eisverhältnissen im nordatlantischen Ocean u. dergl., oder gar mit Ursachen, welche aufserhalb unserer Erde liegen, insbesondere mit den vermeintlichen Mondeinflüssen. Dafs aber im letztverflossenen Winter in der That ein solcher Zusammenhang nicht vorhanden war, ergiebt eine auch nur flüchtige Betrachtung der Witterungserscheinungen, welche in diesem Winter stattfanden. Vielmehr waren es zwei Ursachen, welche die lang andauernde und zeitweise strenge Kälte dieses Winters bedingten, nämlich die Luftzufuhr aus kälteren Gegenden und die Ausstrahlung in den Weltenraum, wozu noch die abkühlende Wirkung einer ausgebreiteten Schneedecke sich gesellte.

Die Witterungsvorgänge in unseren Gegenden können nur dann verstanden und richtig gedeutet werden, wenn wir sie anlehnen an die allgemeinen atmosphärischen Zustände und Bewegungen, wenn wir sie so zu sagen von einem erhöhten Standpunkte aus überblicken. Daher wird es sich lohnen, ehe wir die Frostepoche des Winters 1890/91 besprechen, zunächst einige allgemeine Betrachtungen über das Zustandekommen kalter und milder Witterung zur Winterszeit hier vorauszuschicken.

Schon am Ende der 70er Jahre hatte der dänische Meteorologe Hoffmeyer nachgewiesen, dafs in dem umfangreichen Gebiet niedrigen Luftdruckes, welches sich fast beständig über dem nordatlantischen Ocean befindet, durchschnittlich drei Stellen niedrigsten Luftdruckes vorhanden sind, von denen das bedeutendste südwestlich von Island und je ein geringeres auf der Ostseite gegen das nördliche Eismeer

und auf der Westseite gegen die Davisstrafse liegen. Diese drei barometrischen Minima bilden die Hauptstellen, um welche die gesamte Luftbewegung auf dem nordatlantischen Ocean und über Nordwest-Europa erfolgt. Auf ihrer Südseite rufen sie südwestliche und westliche Winde hervor, welche die warme, dampfreiche Luft den Westküsten Europas zuführen und welche nicht selten in breitem Strome weithin nach Osten unseren Kontinent überfluthen, und diesem Umstand verdanken wir den milden Charakter unserer Winter, ganz im Gegensatz zu dem kalten Winterklima des fernen Ostens.

Aber nicht zu jeder Zeit sind diese drei barometrischen Minima so gleichmäfsig entwickelt, wie es dem Durchschnitte entspricht, sondern in den meisten Fällen ist das eine oder das andere vor den übrigen ganz besonders ausgebildet und dieses übernimmt dann die Hauptrolle bei der Gestaltung und Umwandlnng der Witterungs-

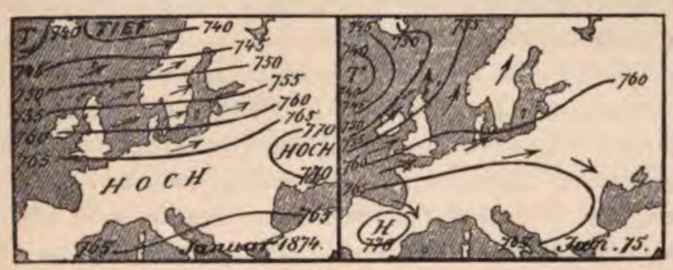


Fig. 1.

erscheinungen im nordwestlichen Europa und zwar so entschieden, dafs der ganze Witterungscharakter in der Regel für längere Zeit eine durchgreifende Aenderung erfahren kann. Einige Beispiele werden dieses zur Genüge zeigen.

Im Januar 1874 (siehe Fig. 1) ist das Minimum im Eismeer sehr stark entwickelt, wogegen die beiden übrigen sehr zurücktreten, während ein Hochdruckgebiet über Südeuropa lagerte. Wir sehen daher einen breiten, lebhaften südwestlichen Luftstrom, welcher durch das Minimum an der Davisstrafse eingeleitet war, sich ostwärts über Europa ergiefsen, überall hin Wärme und Feuchtigkeit ausbreitend, so dafs die Witterung in diesem Monat aufserordentlich mild war.

Im Januar 1875 (siehe Fig. 1) ist das Minimum südwestlich von Island ungewöhnlich stark ausgebildet. Auf seiner Südseite entwickelt es südwestliche Winde, welche aber auf den britischen Inseln nach Norden umbiegen, so dafs sie nur noch die Westküste Skandinaviens streifen, während ein Theil des südwestlichen Luftstromes sich über

das nördliche Frankreich und Nord-Deutschland ergiefst, so dafs nur diese Gebiete erwärmt werden.

Wird das Minimum an der Davisstrafse stark vorherrschend, so wird höchstens der Nordwesten Europas erwärmt, während der Osten unter dem Einflusse kontinentaler Winde kalt ist.

Diese Verhältnisse gelten, wie bemerkt, hauptsächlich nur für das nordwestliche Europa, in unseren Gegenden können indessen die Witterungserscheinungen bei jeder dieser drei Lagen einen ganz verschiedenen Charakter haben, und hier sind es vor allem die barometrischen Maxima und ihre mannigfachen Verschiebungen und Veränderungen, welche in Wechselwirkung mit den barometrischen Minima auf die Witterungserscheinungen unserer Gegenden bestimmend einwirken. Durch die Rücksichtnahme auf die barometrischen Maxima (welche zuerst von Teisserenc de Bort genommen wurde), erhalten die Hoffmeyerschen Untersuchungen eine breitere und mehr entwickelungsfähige Grundlage.

Die Wetterkarten weisen auf unserer Erde gewisse umfangreiche Gebiete mit hohem oder niedrigem Luftdrucke auf, welche die atmosphärischen Bewegungen im hohen Mafse beherrschen. Wenn auch diese Gebiete beständig oder zu gewissen Jahreszeiten fast ausschliefslich vorhanden sind, so sind doch ihre Grenzen sehr veränderlich und ihre Lagen mannigfachen Verschiebungen unterworfen, und diese Veränderungen und Verschiebungen sind hinreichend, um dem Witterungscharakter in unseren Gegenden die verschiedensten Formen aufzudrücken.

Für Westeuropa ist am wichtigsten das Maximum, welches von den Bermuden ostwärts über die Azoren und Madeira hinaus nach Spanien sich erstreckt. Wenn sich dieses Maximum ohne Aenderung der Breite ostwärts verlagert, so wird durch die südwestlichen Winde der Transport oceanischer Luft begünstigt und hierdurch ein milder Winter bedingt, wenn diese Wetterlage längere Zeit anhält. Verschiebt sich dieses Maximum nordostwärts nach Frankreich oder Westdeutschland, so sperrt es den Zutritt oceanischer Luft ab, das Wetter ist ruhig, vielfach heiter oder neblig und in der Regel kalt. Breitet sich endlich das Maximum nordwärts über den Biscayischen Busen nach den britischen Inseln aus, so treten als Folgeerscheinungen auf: nordwestliche und nördliche Winde mit feuchtkaltem Wetter und nicht selten ergiebigen Schneefällen.

Ein anderes barometrisches Maximum von bedeutender Höhe und grofsem Umfange liegt im Winter mit grofser Beständigkeit über

dem centralen Asien, indessen kann dasselbe mannigfache und sehr erhebliche Modifikationen erleiden. Zunächst kann sich dieses Maximum in der Weise theilen, dafs etwa das Flufsgebiet des Ob ein westliches Maximum von einem östlichen scheidet, wobei dann das erstere nicht selten westwärts bis nach Skandinavien hin vordringt. Dieser Vorgang hat für unsere Gegenden im Gefolge östliche kontinentale Winde, welche die eisige Kälte mit meist trockener oder nebliger Witterung aus dem Innern Rufslands herübertragen, insbesondere dann, wenn, wie es letztverflossenen Winter meistens der Fall war, über Südeuropa der Luftdruck sehr niedrig ist. Andererseits verschiebt sich nicht selten die das östliche Minimum trennende Zone niederen Luftdruckes weiter westwärts nach Europa hin, wobei das Hochdruckgebiet im Westen sich mit demjenigen vom Ocean stammenden vereinigt, etwa in unseren Gegenden. In diesem Falle ist die Witterung ruhig und (abgesehen von Bodennebeln) trocken und vielfach heiter, wobei die Temperatur unter dem Einflufs der Ausstrahlung erniedrigt wird, insbesondere dann, wenn das Vorhandensein einer Schneedecke die Ausstrahlung begünstigt. Eine ganze Reihe von strengen Wintern wurde durch das Vorwalten dieser Wetterlage hervorgerufen; ich erinnere nur an die kalten Decembermonate 1865, 1879 und an den Januar 1882.

Nach allen diesen Darlegungen ist ein Umstand für unsere Witterung im Winter von fundamentaler Bedeutung, nämlich ob die oceanische Luftströmung zu unserem Kontinente direkten Zutritt hat oder nicht. Im ersteren Falle ist milde, im letzteren Falle kalte Witterung die Regel.

Während die milden Winter das Vorwalten oceanischer Luftströmung aus mittleren und niederen Breiten zur Bedingung haben, sind bei den kalten Wintern drei Typen zu unterscheiden, welche wesentlich von einander verschieden sind. Liegt das barometrische Maximum über Nordeuropa und ist im Süden eine Depression entwickelt, so ist es namentlich der Lufttransport, welcher trockenes kaltes Wetter in unseren Gegenden hervorruft, wobei allerdings die Ausstrahlung begünstigend mithelfen kann. Aehnlich verhält sich die Sache, wenn das Maximum über Westeuropa lagert und der Luftdruck von dort aus nach Ost hin abnimmt, nur mit dem Unterschiede, dafs die Winde, welche auf ihrem Wege über feuchte und kalte Gegenden dahingeweht haben, für unsere Gegenden feuchtkalte Witterung bringen. Liegt das Maximum über Centraleuropa, so ist das Wetter in der Regel still, und die örtlichen Einflüsse kommen zu

grofser Geltung. Die Wirkung eines Lufttransportes ist nicht vorhanden und die Wärmeerscheinungen werden fast ganz allein durch die Strahlung bedingt, wobei namentlich das Vorhandensein oder Fehlen einer Schneedecke wichtig ist. Dafs auch in diesem Falle sehr erhebliche Temperaturerniedrigungen vorkommen können, zeigt deutlich der Winter 1879/80, in welchem dieser Witterungscharakter vorherrschend war. Die letztere Art kalter Winter könnte man „Strahlungswinter“ nennen, im Gegensatz zu den beiden anderen, deren Verhalten vom Lufttransporte abhängig ist.

Wenden wir uns nun zur Besprechung des Winters 1890/91, welcher wegen seiner langen Dauer und seiner Intensität bemerkenswerth ist und in seinem Verlaufe manches Interessante und Lehrreiche bietet.

Die der Frostepoche vorhergehenden Witterungserscheinungen und gewaltigen Umwandlungen der Wetterlage sind so merkwürdig, dafs wir sie nicht übergehen können. Am 21. November Morgens erstreckte sich eine breite Zone niedrigen Luftdruckes von Island südostwärts nach der Balkanhalbinsel, begrenzt von barometrischen Maxima, über Südwest- und Osteuropa. In unseren Gegenden war das Wetter ruhig, regnerisch und aufserordentlich mild. Die Frostgrenze verlief an diesem und an den folgenden Tagen vom Rigaischen Busen nach den Westufern des schwarzen Meeres. Bald darauf drehte die Zone niedrigen Luftdruckes, wie es gewöhnlich der Fall ist, entgegen der Bewegung der Uhrzeiger. Dabei verlegte sich das Maximum nach Nordosteuropa, während ein Minimum, vom hohen Nordwesten kommend, mit rasch zunehmender Tiefe sich südostwärts fortbewegte, auf seiner Südseite stürmische Luftbewegung aus West und Südwest erzeugend. Am 23. morgens lag die Depression über dem Skagerrak und rief im westlichen und centralen Deutschland heftige, stellenweise wolkenbruchartige Regenfälle hervor, während die Winde bis zum Sturme auffrischten. Unter dem Einflusse lebhafter östlicher Winde bildete sich über Nordosteuropa ein Kältegebiet, welches zuerst langsam, dann aber rasch südwestwärts vorrückte, als die Depression ihre Wanderung südostwärts fortsetzte.

Am 24. lag der Kern der Depression an der Odermündung und schritt dann rasch südostwärts nach der Gegend von Galizien fort, durch gewaltige Regengüsse in den Flufsgebieten der Elbe, der Weser und des Rheines Ueberschwemmungen hervorrufend. Bei ihrem Fortschreiten war die Depression gefolgt von stürmischen östlichen und nordöstlichen Winden, vielfach von Schneestürmen, welche die

kalte Luft aus dem nordöstlichen Europa nach unseren Gegenden herüberbrachten. Am 24. betrug die Morgentemperatur zu Königsberg noch + 3° C., am anderen Tage dagegen war sie auf — 16° herabgegangen. Am 25. Morgens war die Frostgrenze bis zur Linie Borkum-Berlin-Lemberg vorgerückt, und am folgenden Morgen umschlofs dieselbe ganz Deutschland und das nordöstliche Frankreich, während die Isotherme von — 5° C. längs der westdeutschen Grenze, die von — 10° durch das centrale Deutschland und die von — 15° der ostdeutschen Grenze entlang verlief. Bemerkenswerth sind die umfang-

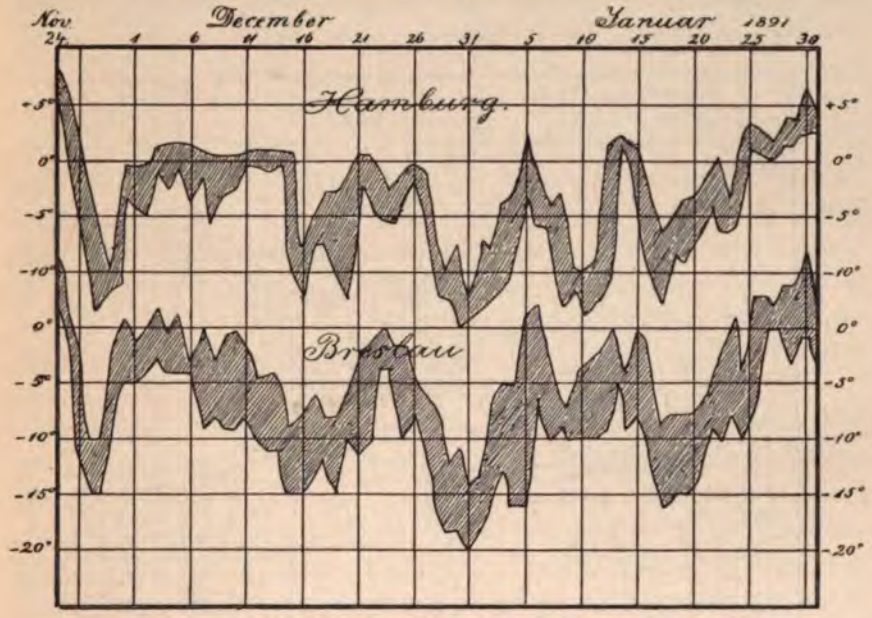


Fig. 2. **Diagramm der Wärmeschwankungen in Hamburg und Breslau.**

reichen und ergiebigen Schneefälle, welche vom 25. bis zum 27. November in Deutschland stattfanden, so dafs dieses am letzteren Tage von einer zusammenhängenden Schneedecke überlagert war.

Um den Gang der Wärmeerscheinungen im letztverflossenen Winter mit einem Male übersehen zu können, habe ich für das mehr maritim gelegene Hamburg, sowie für das im kontinentalen Klima befindliche Breslau Diagramme konstruirt, welche den Gang der höchsten und tiefsten Temperaturen von Tag zu Tag veranschaulichen und zwar für die Zeit von Ende November bis Ende Januar, zwischen welche Zeiten die Frostepoche fällt. Die obere Grenze der Schraffirung bezeichnet den Gang des Maximum-Thermometers, während die untere denjenigen des Minimum-Thermometers von Tag zu Tag angiebt. Die

Dicke der Schraffirung veranschaulicht die Gröfse der Schwankungen von Tag zu Tag.

Nach unserer Kurve sind 5 Kältewellen zu unterscheiden, welche durch 4 Wellen mit verhältnifsmäfsig höherer Temperatur auf kürzere oder längere Zeit unterbrochen werden.

Kältewellen: Hamburg	Kältewellen: Breslau	Wärmewellen: Hamburg	Wärmewellen: Breslau
vom 26. Nov.—30. Nov.	26. Nov.—30. Nov.	30. Nov.—15. Dec.	30. Nov.—11. Dec.
„ 15. „ —20. Dec.	11. Dec.—22. Dec.	20. Dec.—22. „	22. Dec.—23. „
„ 22. Dec.— 4. Jan.	23. „ — 5. Jan.	4. Jan. — 6. Jan.	5. Jan. — 7. Jan.
„ 6. Jan.—12. „	7. Jan.—13. „	12. „ —16. „	13. „ —16. „
„ 16. „ —22. „	16. „ —22. „		

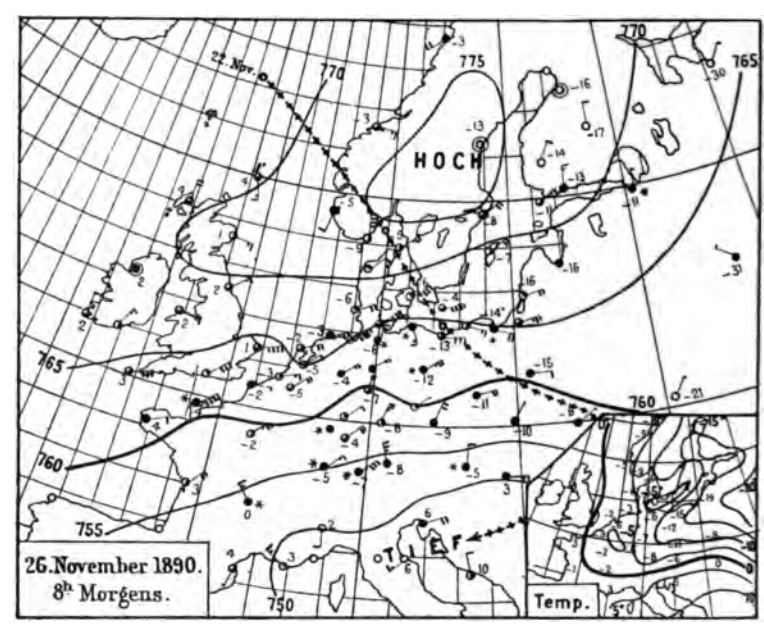


Fig. 3. **Wetterkarte vom 26. November 1890.**

Erklärungen zur Wetterkarte.

Die eingezeichneten Linien (Isobaren) verbinden die Orte mit gleichem (auf das Meeresniveau reducirtem) Barometerstande. Die eingeschriebenen Zahlen bezeichnen die Morgen-Temperatur in ganzen Graden Celsius. Die Pfeile fliegen mit dem Winde. ⊙ Windstille, ⊾ = schwacher, ⊾⊾ = mäfsiger, ⊾⊾⊾ = starker, ⊾⊾⊾⊾ = stürmischer Wind, ⊾⊾⊾⊾⊾ = Sturm, → = Zug der oberen Wolken, ○ klar, ◔ ¼ bedeckt, ◑ ½ bedeckt, ◕ ¾ bedeckt, ● bedeckt, • Regen, ✱ Schnee, ≡ Nebel, ∞ Dunst. Die Linie +++ bezeichnet die zurückgelegte Bahn des Minimums. Die Nebenkärtchen enthalten die Temperaturvertheilung zur selben Stunde, eingeschrieben sind die Temperatur-Minima.

Aus den Kurven ersieht man sofort, dafs der Gang der Wärmeerscheinungen für beide Orte Hamburg und Breslau ganz gut im

Einklang steht. Auch der Eintritt und die Dauer der Kälte- und Wärmewellen stimmt für beide Stationen im allgemeinen überein, sogar die Einzelheiten im Verlaufe der Kurven weisen viele Aehnlichkeiten auf, so dafs hieraus folgt, dafs die Ursache dieser Kälteepoche nicht in örtlichen, sondern in allgemeinen Ursachen zu suchen ist.

Betrachten wir nun die einzelnen Abschnitte der Kälteepoche etwas näher, zunächst denjenigen vom 26. bis 29. November. Nach unserer Wetterkarte vom 26. November liegt ein ziemlich hohes barometrisches Maximum über Nordeuropa, gegenüber einer Depression über der Adria und Umgebung. Dieser Druckvertheilung entsprechend bewegt sich ein breiter Luftstrom nach Westen hin, die kalte Luft aus Rufsland unseren Gegenden zuführend. Am 26. Morgens liegt die Temperatur in Archangelsk um 30°, in Riga um 16°, in Moskau um 31°, in Warschau um 15° und in Kiew um 21° C. unter den Gefrierpunkte, und daher kann es uns nicht wundern, dafs die Temperatur trotz der trüben Witterung in unseren Gegenden so rasch und so erheblich herabging. Ungewöhnlich rasch verbreitete sich die eisige Kälte westwärts über Deutschland, Frankreich und selbst über die britischen Inseln. Sehr bemerkenswerth ist es, dafs in der Gegend südlich von London (Surrey) die Temperatur am 28. November um mehr als 22° C. unter den Gefrierpunkt sank.

Die Entwickelung der Kälte in unseren Gegenden ist hier also fast gänzlich durch den Lufttransport bewerkstelligt worden. Hierbei ist hervorzuheben, dafs die Depression jenseits der Alpen sich mit grofser Beständigkeit bis in den December erhielt und so die Fortdauer der östlichen Winde begünstigte. Das barometrische Maximum verwandelte sich zunächst in eine breite, westostwärts gestreckte Zone hohen Luftdruckes, dann verschob sich dasselbe ostwärts nach dem Innern Rufslands, so dafs jetzt wieder die Depressionen im Westen zur Geltung kommen konnten. Am 29. November erschien auf dem Ocean nordwestlich von Schottland eine Depression, welche rasch unseren Gegenden näher rückte und am 30. Wind und Wetter auf den britischen Inseln und in Skandinavien beherrschte, während Norddeutschland unter dem Einflusse einer über dem südlichen Ostseegebiet lagernden Depression stand, welche aus wärmeren nördlichen Gegenden Erwärmung brachte.

Die am 29. eingeleitete Erwärmung machte in den folgenden Tagen nur geringe Fortschritte, obwohl über Nordwesteuropa Minima von bedeutender Tiefe hinwegschritten. Der Grund hierfür ist aus der Wetterkarte vom 1. December ganz deutlich zu erkennen. Ein

hohes barometrisches Maximum liegt über dem Innern Rufslands, sich zungenförmig nach dem Biscayschen Busen ausbreitend und den Wirkungskreis zweier Minima scheidend, von denen das eine bei den Lofoten, das andere über dem westlichen Mittelmeer lagert. Hierdurch ist die oceanische Luftströmung von unserem Gebiete abgeschlossen und kontinentale Winde aus südöstlich gelegenen Gegenden beherrschen die Witterung unserer Gegenden.

Am 3. December erscheint westlich von Schottland ein barometrisches Maximum, welches sich in den folgenden Tagen ostwärts nach unseren Gegenden hin ausbreitet. Die Depression jenseits der

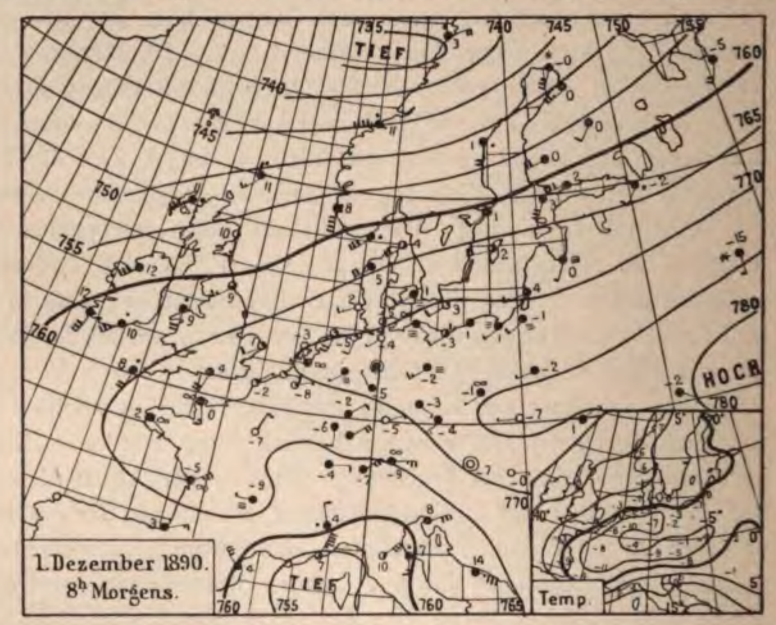


Fig. 4. **Wetterkarte vom 1. December 1890.**

Alpen ist zwar meist noch vorhanden, doch so schwach, dafs ihr Wirkungskreis kaum noch über das Alpengebiet hinausgeht. Aufserdem ist der Luftdruck in Rufsland niedrig, so dafs die Wärmeerscheinungen in unseren Gegenden fast allein unter dem Einflusse der Strahlungsverhältnisse stehen. Wie es im Bereiche des barometrischen Maximums meistens der Fall ist, ist das Wetter ruhig, vielfach heiter oder neblig. Trotzdem dieser Zustand vom 1. bis 14. andauerte und trotzdem eine Schneedecke vorhanden war, fand doch kein starkes Herabgehen der Temperatur statt, eben weil die Luftzufuhr aus kälteren Gegenden fast gänzlich fehlte.

Am 13. December bildete sich wieder die Wetterlage aus, welche

wir durch die Wetterkarte vom 1. December bereits veranschaulicht haben, nämlich ein barometrisches Maximum im Osten und Ausbreitung desselben nach Westen hin und andererseits barometrische Minima über Nord- und Südeuropa, nur mit dem Unterschiede, dafs ganz Deutschland dem Depressionsgebiete im Süden angehört. Die hierdurch bedingten östlichen Winde reichen weit in Rufsland hinein und führen die kalte Luft unseren Gegenden zu. Daher geht die Temperatur wieder rasch herab, um so mehr, als auch heiteres Wetter die Ausstrahlung begünstigt. Am kältesten waren die Tage vom 16. bis zum 19., an denen die Temperatur auf den meisten deutschen

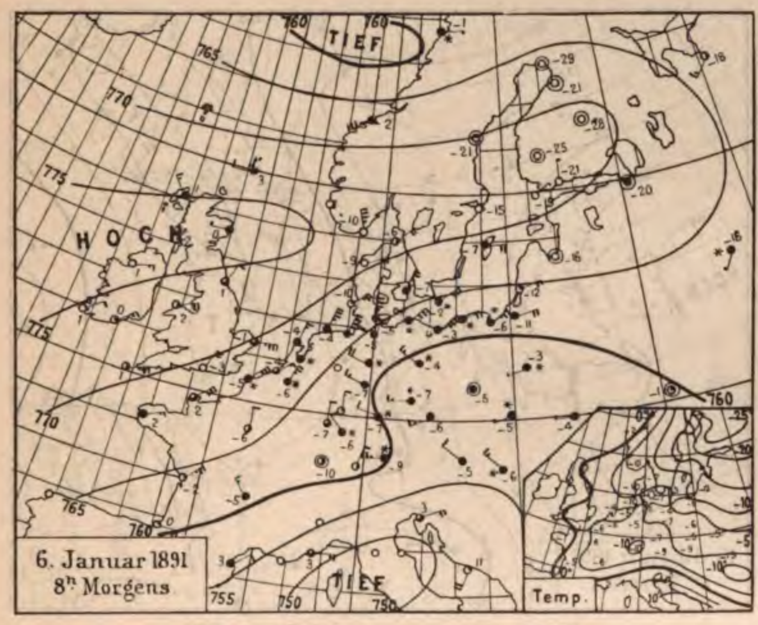


Fig. 5. **Wetterkarte vom 6. Januar 1891.**

Stationen unter — 15° C. herabging. In diesen Tagen lag das barometrische Maximum über Nord- und Nordosteuropa, während die Depression im Süden der Fortdauer der östlichen Luftströmung Vorschub leistete.

Am 20. December hatte sich über dem nordwestlichen Europa ein umfangreiches Depressionsgebiet ausgebildet und die starke Erwärmung, welche sich tags vorher über Frankreich gezeigt hatte, breitete sich auch über Deutschland aus, so dafs in den westlichen Gebietstheilen vielfach Thauwetter eingetreten war. Indessen war diese Erwärmung von nur kurzer Dauer, denn schon am folgenden Tage entsandte das Maximum im Osten eine Zone hohen Luftdruckes

westwärts über das Ost- und Nordseegebiet, welche, wie am 1. December, in Wechselwirkung mit einer Depression über dem westlichen Mittelmeer in unseren Gegenden wieder östliche Winde erzeugte. Zwar zeigten sich über Nordwesteuropa beständig neue Depressionen, allein die Ausläufer des Maximums im Osten hielten jede Einwirkung derselben auf unser Wetter ab, wobei die Depression über dem westlichen Mittelmeer mit grofser Beständigkeit verharrte.

In den letzten Tagen des Monats, am 30. und 31. December, erreichte das Thermometer in ganz Deutschland seinen tiefsten Stand im letztverflossenen Winter, indem die Temperatur vielfach auf — 20°

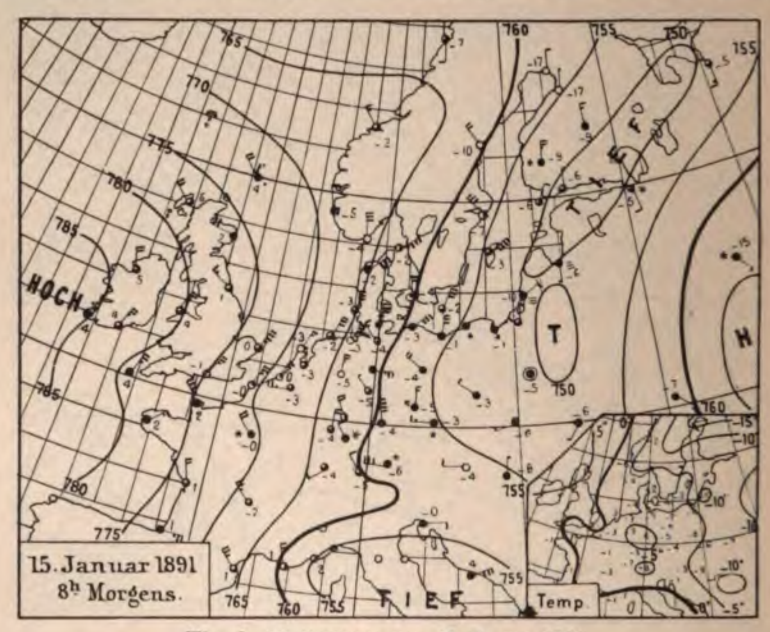


Fig. 6. **Wetterkarte vom 15. Januar 1891.**

herabsank. Vom 28. December bis in den Januar hinein herrschte bei östlicher Luftströmung in ganz Deutschland heiteres, fast wolkenloses Wetter, und daher ist es hier nicht allein der Lufttransport, sondern auch die Ausstrahlung, welche so strenge Kälte in unseren Gegenden hervorbrachte.

In den folgenden Tagen senkt sich das Hochdruckgebiet immer mehr nach Süden herab. Am 4. Januar liegt es über Südosteuropa, während eine Depression sich über dem Skagerak befindet, so dafs jetzt südwestliche und westliche Winde in unseren Gegenden vorherrschend werden, unter deren Einflufs am 4. und 5. Januar sich die Temperatur in ganz Deutschland rasch erhebt. Aber auch diese

Erwärmung war von nicht langer Dauer, indem über Westeuropa ein Hochdruckgebiet erschien, welches mit langsam zunehmender Höhe sich bis zum Januar daselbst erhielt, während jenseits der Alpen eine verhältnifsmäfsig tiefe Depression sich entwickelte, welche ebenfalls grofse Beständigkeit zeigte. Die Wetterkarte vom 6. Januar zeigt die Wetterlage, bei welcher die Temperatur in Deutschland und auch in Frankreich so erheblich herabging.

Vom 12. bis 15. Januar, als eine tiefe Depression über Nordeuropa hinwegging, die ihren Wirkungskreis südwärts weit nach Centraleuropa hinein ausbreitete, fand wieder eine beträchtliche Erwärmung

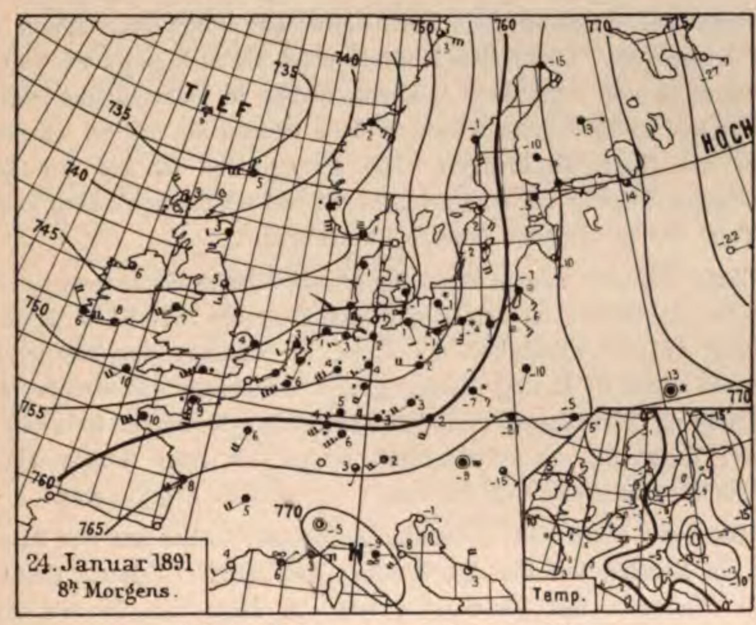


Fig. 7. **Wetterkarte vom 24. Januar 1891.**

statt, welche indessen in den folgenden Tagen wieder einer starken Abkühlung Platz machte, als eine Zone niedrigen Luftdruckes sich von Finnland südwärts nach der Adria erstreckte, während ein barometrisches Maximum von ungewöhnlicher Höhe auf dem Ocean westlich von Irland erschien. Bemerkenswerth ist der hohe Barometerstand, welcher damals auf den britischen Inseln beobachtet wurde. In Westirland zeigte am Morgen des 14. das Barometer 786 mm, ein Barometerstand, welcher daselbst aufserordentlich selten vorkommt. Dasselbe war der Fall am 18. Januar 1882, wo in Südengland das Barometer auf dieselbe Höhe gestiegen war. Halten wir diesem gegenüber den niedrigsten dort beobachteten Barometerstand 694 mm, welcher

am 26. Januar 1884 in Schottland beobachtet wurde, so ergiebt sich eine absolute Schwankung von nicht weniger als 92 mm, was ungefähr dem Gewichte des siebenten Theiles der Atmosphäre entspricht.

Vom 17. Januar an erhob die Temperatur sich wieder und zwar jetzt unter dem Einflusse nördlicher und nordöstlicher Winde, welche aus wärmeren nördlichen Gegenden kamen. Dann aber drangen die Depressionen aus dem Nordwesten immer mehr vor, bis endlich etwa am 25. Januar die Kälte gebrochen war, welche nahezu 70 Tage über unseren Gegenden gelastet hatte.

Die Wetterkarte vom 24. Januar veranschaulicht den Witterungsumschlag, bei welchem sich das Thauwetter über Deutschland ostwärts ausbreitete. Unter dem Einfluſs eines tiefen Minimums, welches sich nördlich von Schottland befindet, wehen in Deutschland lebhafte südliche und südwestliche Winde, welche überall hin trübes, wärmeres Wetter mit Regenfall bringen. Die Frostgrenze ist bis zur Linie Kopenhagen-Leipzig zurückgewichen, worauf sie dann bis zum folgenden Tage die ostdeutsche Grenze überschreitet.

Zum Schlusse mögen noch einige statistische Bemerkungen hier Platz finden. Indem ich den 15-jährigen Zeitraum 1875/91 untersuchte in Bezug auf die Häufigkeit der Tage, an welchen das Temperatur-Maximum unter 0° C. lag (Eistage), das Temperatur-Minimum unter 0° herabging (Frosttage), und das Temperatur-Minimum 0° nicht erreichte (Thautage), gerechnet vom ersten bis zum letzten Froste, kam ich für Hamburg und Breslau zu folgenden Ergebnissen:

Der erste Frost fällt in Hamburg durchschnittlich auf den 31. Oktober, in Breslau auf den 22. Oktober, während der letzte Frost an beiden Stationen fast gleichzeitig um die Mitte des Monats April stattfindet (d. h. im Zeitraum 1875—91).

Die mittlere Anzahl der aufeinander folgenden Eistage beträgt für den Winter von Hamburg 3,2, von Breslau 3,8, die mittlere Länge der Frostperioden ist für Hamburg 5,8, für Breslau 6,4, während das Thauwetter in Hamburg 6,2, in Breslau 5,0 Tage durchschnittlich andauert.

Anzahl der Epochen:

für Hamburg

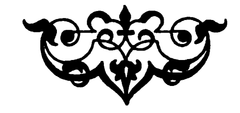
mit	Dauer	1—2	3—5	6—10	11—15	16—20	über 20 Tage
Eistagen	Häufigkeit	58	30	18	3	1	—
„	Frosttagen	78	52	21	18	3	8
„	Thautagen	67	47	46	13	6	9

mit **Eistagen** für Breslau

	Dauer	1—2	3—5	6—10	11—15	16—20	über 20 Tage
	Häufigkeit	76	41	19	5	2	2
„	Frosttagen	92	51	26	16	8	17
„	Thautagen	93	58	37	9	9	6

Die Frostepoche der letztverflossenen Winter umfafste in Hamburg 49 oder, wenn wir einen Tag Unterbrechung vernachlässigen, 62 Tage, in Breslau 73 Tage. Solch lange Frostepochen sind in unserem Klima aufserordentlich selten. Der strenge Winter 1879/80 bietet einen ähnlichen Fall.

Die Statistik hat nachgewiesen, dafs den sehr kalten Wintern in der Regel kühle Sommer folgen; ob dieses auch im Jahre 1891 der Fall sein wird, bleibt abzuwarten.





Die Ortsbestimmungen und Hülfsmittel zur Führung eines Schiffes auf See.

Von Admiralitätsrath **Rottok** in **Berlin**.

(Fortsetzung.)

Bezüglich der astronomischen Rechnungen der Navigation mufs vorausgeschickt werden, dafs eine Genauigkeit, wie sie von der astronomischen Ortsbestimmung am Lande verlangt wird, mit Rücksicht auf die schwierigen Beobachtungsverhältnisse an Bord, bei stets in Bewegung befindlichem, seinen Standort änderndem und schwankendem Schiff, und auf die Unmöglichkeit der festen Aufstellung von Präzisionsinstrumenten ausgeschlossen ist. Für die praktischen Bedürfnisse der Schiffahrt ist eine solche auch nicht erforderlich, es genügt in den meisten Fällen eine Genauigkeit von 1 bis 2 Bogenminuten. Dementsprechend kann für die meisten Bestimmungen die Erde als Kugel und ihre Bahn um die Sonne als Kreis betrachtet werden, wodurch die Rechnungen wesentlich vereinfacht werden, was bei den Verhältnissen an Bord eines Schiffes von nicht zu unterschätzendem Vortheil ist.

Die für die astronomische Navigation wichtigsten Hülfsinstrumente sind, wie bereits erwähnt, die Spiegelinstrumente und die Chronometer.

Die ersteren dienen aufser zu den für die terrestrische Navigation nothwendigen Winkelmessungen zwischen irdischen Objekten zu den für die astronomischen Rechnungen erforderlichen Höhenmessungen der Gestirne. Die Höhenbeobachtungen von Gestirnen auf See werden über der Kimm, dem Seehorizont, ausgeführt, d. h. man mifst den in der Vertikalebene liegenden Winkel zwischen dieser bei klarem Wetter scharf begrenzten Linie und dem Gestirn. Bei Sonne und Mond beobachtet man Oberrands- oder Unterrandshöhen (gewöhnlich die letzteren) d. h. man bringt die Ränder dieser Himmelskörper mit der Kimm in Berührung, bei den Sternen Mittelpunktshöhen. Da zu den Berechnungen die wahre Höhe des Gestirns, d. h. der Winkel zwischen dem wahren durch den Erdmittelpunkt gehenden Horizont und der Richtungs-

linie von letzterem Punkt nach dem Gestirnsmittelpunkt gebraucht wird, so mufs aus der gemessenen Höhe die wahre Höhe abgeleitet werden; es geschieht dies durch Anbringung von Korrektionen für die Depression des Seehorizontes (die Kimmtiefe, Winkel zwischen der durch das Auge des Beobachters gedachten Horizontalebene und der Verbindungslinie des ersteren mit der Kimm), für die atmosphärische Strahlenbrechung, die Parallaxe (Unterschied des an der Erdoberfläche beobachteten Winkels gegen den im Erdmittelpunkt gemessenen) und für den Halbmesser des Gestirns bei Ober- oder Unterrandsbeobachtungen.

Da der Seehorizont durch dickes und trübes Wetter häufig verdeckt oder für die Beobachtungen nicht scharf genug ist, so hat man in neuerer Zeit versucht, denselben durch einen künstlichen Horizont zu ersetzen.

Von den verschiedenen zu diesem Zwecke konstruirten Instrumenten verdient der von dem französischen Linienschiffskapitain Fleuriais erfundene Kreisel-Sextant (Gyroscop-Collimator) am meisten das Zeugnifs, den zu stellenden Anforderungen zu genügen. Bei demselben wird der Horizont ersetzt durch eine Horizontallinie, welche mit Hülfe eines am Sextanten angebrachten, rotirenden Kreisels zur Darstellung gebracht wird.

Andere durch ein Quecksilberniveau oder eine dunkel polirte Glasplatte gebildete künstliche Horizonte können an Bord wegen des schwankenden Standes natürlich nicht gebraucht werden, kommen aber wohl im Hafen bei Beobachtungen, die auf dem Lande ausgeführt werden, zur Verwendung.

Das Chronometer bildet die Grundlage der Längenbestimmung auf See. Dasselbe giebt die Zeit eines bestimmten Meridians an, gewöhnlich des Greenwicher Meridians, welcher in den meisten Seekarten als Ausgangspunkt des Längensystems gewählt ist; durch Vergleich derselben mit der auf See mittelst astronomischer Beobachtungen bestimmten Ortszeit am Beobachtungsort, erhält man die Länge des letzteren. Es ist nicht nöthig und auch selten der Fall, dafs das Chronometer genau die Zeit des ersten Meridians zeigt, man braucht nur, um dieselbe jeder Zeit nach dem Chronometer bestimmen zu können, den Stand des Chronometers zu kennen, d. h. die Differenz, um welche die Zeitangabe des Chronometers von der Zeit des ersten Meridians abweicht. Da es ferner unmöglich ist, ein Chronometer in einer solchen Vollkommenheit herzustellen, dafs es ein absolut genaues Zeitmafs abgiebt, vielmehr besonders unter den mancherlei störenden

Einflüssen, welchen dasselbe an Bord ausgesetzt ist (die Bewegungen des Schiffes, Temperatur- und Feuchtigkeitswechsel) ein gewisser Fehler in der Zeitregistrirung unvermeidlich ist, so mufs man diesen Fehler kennen, d. h. diejenige Gröfse, um welche das Chronometer voreilt resp. zurückbleibt; die innerhalb eines Zeitraums von 24 Stunden stattfindende Acceleration oder Retardation nennen wir den Gang des Chronometers. Da der letztere im Laufe der Zeit und unter den Einwirkungen der verschiedenen äufseren Verhältnisse Aenderungen unterworfen ist, so ist es nöthig, Stand und Gang des Chronometers öfters zu kontrolliren und neu zu bestimmen.

Mittel, die dem Seemann hierzu zu Gebote stehen, sind die an verschiedenen Punkten der Erde zu diesem Zweck abgegebenen Zeitsignale. Gewöhnlich sind es Bälle, die an einem Maste aufgezogen, zu einem ganz bestimmten Zeitmomente (gewöhnlich um die Zeit des Ortsmittags, die sich unter Anwendung der bekannten Ortslänge leicht in die Zeit des ersten Meridians verwandeln läfst) herunterfallen. Durch Beobachtung dieses Momentes nach dem Chronometer ergiebt sich aus dem Vergleich mit der bekannten diesem Momente entsprechenden Zeit des ersten Meridians sofort der Stand des Chronometers. An einzelnen Plätzen dient ein Kanonenschufs als Zeitsignal. Wo keine Zeitsignale existiren, wird an einem der Länge nach genau bekannten Orte durch astronomische Beobachtungen die Ortszeit, aus derselben und der bekannten Länge die Zeit des ersten Meridians abgeleitet und mit dieser das Chronometer verglichen; die hierzu erforderlichen Beobachtungen werden der gröfseren Genauigkeit halber am Lande angestellt. In der Regel werden zu diesen Zeitbestimmungen korrespondirende Höhen der Sonne, d. h. gleiche Höhen östlich und westlich vom Meridian, Vor- und Nachmittags, beobachtet; auf die Methode der Berechnung werden wir später zurückkommen. An Plätzen, wo kein Zeitball, jedoch Präzisionsuhren, Pendel oder Chronometer, deren Stand bekannt ist, vorhanden sind, lassen sich auch diese zu der Chronometerregulirung heranziehen.

Der Gang eines Chronometers wird bestimmt aus der Differenz der zu verschiedenen Zeiten beobachteten Stände; er ist, wie leicht einzusehen, gleich der Differenz zweier zu verschiedenen Zeiten beobachteten Stände dividirt durch die Anzahl der zwischen den Standbestimmungen liegenden Tage.

An Bord wird über Stand und Gang der Chronometer ein besonderes Journal geführt, in dem unter Zugrundelegung der gefundenen Gröfsen der Stand von Tag zu Tag berechnet und eingetragen

wird, so dafs man jeder Zeit nach den Ablesungen des Chronometers die Zeit des ersten Meridians feststellen kann.

Bei Untersuchung der verschiedenen den Gang der Chronometer beeinflussenden Einwirkungen ist es gelungen, bei einem der Hauptfaktoren, der Temperatur der umgebenden Luft, eine Gesetzmäfsigkeit zwischen derselben und dem Chronometergange nachzuweisen, so weit dafs man dieselbe rechnungsmäfsig bei der Gangbestimmung einführen kann. Durch Beobachtungen der Chronometer in verschiedenen Temperaturen lassen sich Coefficienten feststellen, durch welche sich die durch die Temperatur bewirkte Gangänderung ausdrücken läfst. Für die Chronometer der deutschen Kriegsmarine werden diese Coefficienten in den Observatorien zu Wilhelmshaven und Kiel bestimmt, den Schiffen bei der Anbordnahme der Chronometer mitgegeben und bei den täglichen Standberechnungen benutzt.

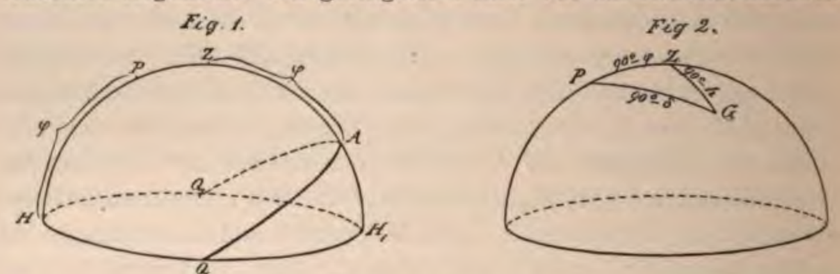
Die übrigen den Gang der Chronometer störenden Einflüsse haben sich dem Charakter ihrer Wirkung nach wohl feststellen lassen, doch liefs sich eine gesetzmäfsige Abhängigkeit der Chronometergänge von denselben bis jetzt nicht konstatiren. So bewirkt die atmosphärische Feuchtigkeit eine Verlangsamung des Ganges, indem sich einerseits die Wasserdämpfe an der Oberfläche der Spirale der Chronometer niederschlagen und das Trägheitsmoment derselben vermehren, andererseits durch die Feuchtigkeit Rost-, Schimmel- und Pilzbildungen an den Chronometertheilen begünstigt werden. Aus den Versuchen über den Einflufs der Schiffsbewegungen auf die Chronometer hat sich ergeben, dafs dieselben eine Acceleration erzeugen.

In früheren Zeiten, wo die Chronometer noch sehr rar und theuer waren, führte ein Schiff gewöhnlich nur ein Chronometer an Bord; jetzt haben die gut ausgerüsteten Schiffe fast durchgehends 3 dieser für die Navigation so werthvollen Instrumente an Bord. Hierdurch wird eine gröfsere Sicherheit und Zuverlässigkeit in den Chronometerangaben gewährleistet; man ist im stande, eine gegenseitige Kontrolle der Chronometer auszuüben und durch tägliche Vergleiche derselben unter einander etwaige Störungen bei dem einen oder anderen Chronometer zu bemerken.

In der Regel wird auf offener See, in freiem Fahrwasser, fern von Land, Untiefen und Klippen, in 24 Stunden einmal ein genaues Besteck aufgemacht, und zwar für die Mittagszeit, d. h. um 0^h 0^m wahre Ortszeit — es wird auf See nach wahrer Zeit, im Hafen nach mittlerer Sonnenzeit gerechnet, — vorausgesetzt natürlich, dafs die meteorologischen Verhältnisse die dazu erforderlichen Beobachtungen

gestatten. Höhenmessungen der Sonne werden diesen Bestimmungen zu Grunde gelegt; man bedient sich auf See mit Vorliebe der Sonne zu den astronomischen Beobachtungen, weil dieselbe die schärfsten Messungen und dementsprechend die genauesten Resultate liefert, wie denn überhaupt den Tagbeobachtungen vor den Nachtbeobachtungen des bedeutend klareren und schärferen Horizontes wegen der Vorzug gegeben wird; während ein guter Beobachter die Höhe der Sonne mit einer Genauigkeit von 10 bis 20 Sekunden zu messen im stande ist, sind bei den nächtlichen Observationen Fehler von 4 bis 5 Minuten nicht zu vermeiden.

Die Mittags-Breite wird aus der Meridianhöhe der Sonne abgeleitet. Die Bestimmung der Breite aus der Höhe eines Gestirns im Meridian ist nicht nur die bequemste, sondern auch die genaueste Methode, da in diesem Falle die zur Feststellung der Breite gebrauchten Argumente den geringsten Fehler auf das Resultat ausüben;



ein Fehler in der gemessenen Höhe oder in der zur Berechnung benutzten Deklination des Gestirns geht direkt in die Breite über, während bei Ableitungen der Breite aus Gestirnshöhen aufserhalb des Meridians die genannten Fehler vergröfsert in das Resultat übergehen und man aufserdem noch von der Zeit abhängig ist. Ist h die aus der gemessenen Höhe abgeleitete wahre Mittelpunktshöhe des Gestirns, δ die Deklination des Gestirns zur Zeit der Kulmination, so ist die Breite $\varphi = (90^0 - h) \pm \delta$ — das positive Zeichen von δ gilt, wenn Breite und Deklination gleichnamig, das negative Vorzeichen, wenn beide ungleichnamig sind — wie sich dies unmittelbar aus einer figürlichen Darstellung ergiebt.

Beobachtungen im unteren Meridian kommen seltener vor und natürlich nicht bei der Sonne; in diesem Falle ist die Breite $\varphi = (90^0 - \delta) + h$.

In Figur 1 stellt Z das Zenith dar, P den erhabenen Pol der Himmelskugel, HH_1 den wahren Horizont, AQ den Aequator; die Breite $\varphi = AZ = PH_1$.

Die Höhenmessung eines Gestirns im Meridian wird derart ausgeführt, dafs man kurz vor der Zeit der Kulmination (bei der Sonne also dem wahren Ortsmittag) die Höhe beobachtet und nun dem steigenden Gestirn mit dem Instrumente folgt, d. h. stets den richtigen Höhenwinkel im Instrument eingestellt hält, bis das Gestirn anfängt zu fallen, seinen Kulminationspunkt also erreicht hat (bei Beobachtungen im unteren Meridian umgekehrt). Die gröfste gemessene Höhe wird als Meridianhöhe angesehen; streng genommen ist diese Annahme bei Gestirnen, die in Deklination ändern, nicht richtig und müfste eigentlich noch eine Korrektion wegen der Deklinationsänderung angebracht werden, doch ist dieselbe bei der Sonne, den Planeten und den Fixsternen so gering, dafs man in der Navigation dieselbe unberücksichtigt lassen kann; die Deklinationsänderung des Mondes ist zwar bedeutender, doch wird der Mond selten zu Breitenbeobachtungen gewählt.[1])

Für die Ermittelung der Länge wird bereits am Vormittage zu einer für solche Bestimmung möglichst günstigen Zeit eine Höhenbeobachtung angestellt und die aus derselben errechnete Länge unter Berücksichtigung des von der Beobachtung bis zum Mittage gesteuerten Kurses und der abgelaufenen Distanz auf die Mittagszeit reduzirt. Für die Längenbestimmung sind verschiedene Methoden und Formeln in Gebrauch; eine der für die logarithmische Rechnung geeignetsten und deshalb gebräuchlichsten Formeln ist folgende:

$$\sin^2 {}^1/_2\, t = \sin {}^1/_2\, (z + u) \sin {}^1/_2\, (z - u) \sec \varphi \sec \delta,$$

worin t der Stundenwinkel des Gestirns, z gleich der Zenithdistanz $90^0 - h$ und $u = \varphi - \delta$ ist. Die Ableitung ist nach dem den meisten astronomischen Rechnungen der Navigation zu Grunde liegenden, zwischen Pol, Zenith und Gestirn gebildeten sphärischen Dreieck, dem Poldreieck, einfach. In diesem Dreieck (Figur 2) ist die zwischen Pol und Gestirn liegende Seite die Poldistanz oder das Komplement der Deklination $d = 90^0 - \delta$, die zwischen Zenith und Gestirn liegende Seite die Zenithdistanz oder das Komplement der Höhe $z = 90^0 - h$, und die Pol und Zenith verbindende Seite das Komplement der Breite,

---

[1]) Es möge im Anschlufs an die obige Erläuterung der astronomischen Breitenbestimmung auf See erwähnt werden, dafs neuerdings in Deutschland Versuche im Gange sind, welche die Hoffnung als berechtigt erscheinen lassen, dafs man später ganz unabhängig vom Wetter mit der für den Seemann erforderlichen Genauigkeit die geographische Breite wird bestimmen können, und zwar unter Benutzung der Thatsache, dafs die Axe eines sich drehenden Kreisels eine im Raume unveränderliche Richtung beibehält. Sobald diese Versuche zu einem befriedigenden Abschlufs gelangt sein werden, werden wir auf diesen Gegenstand ausführlicher zurückkommen. Die Red.

$b = 90^0 - \varphi$, der Winkel am Pol gleich dem Stundenwinkel und der Winkel am Zenith gleich dem Azimuth des Gestirns.

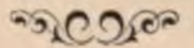
Stellt man aus diesem sphärischen Dreieck eine Gleichung zwischen dem Stundenwinkel (t), dem Komplement der Breite (b), der Höhe (z) und der Deklination (d) auf, so ergiebt sich nach kurzer Umformung die obige Formel.

Zur Erleichterung der Rechnung enthalten die nautischen Tafeln Logarithmen der Gröfsen von $\sin^2 \frac{1}{2} t$, so dafs aus denselben der Stundenwinkel direkt entnommen werden kann. Die zu der Rechnung nöthige Breite wird aus der Mittags astronomisch gewonnenen Breite abgeleitet, indem man unter Berücksichtigung des zwischen der Längenbeobachtung und Mittag zurückgelegten Weges die Breite zur Zeit der ersteren findet. Die Deklination der Sonne wird, wie bei sonstigen zu den nautisch-astronomischen Berechnungen nöthigen Gestirnselementen, aus Jahrbüchern, in welchen dieselben berechnet und zusammengestellt sind, entnommen; dem deutschen Seemanne dient das vom Reichsamt des Inneren herausgegebene nautische Jahrbuch (Ephemeriden) als unentbehrliches Hülfsbuch.

Aus dem errechneten Stundenwinkel erhält man die Ortszeit (bei der Sonne die wahre Zeit und durch Anwendung der Zeitgleichung die mittlere Zeit) und durch den Vergleich dieser mit der nach dem Chronometer zur Zeit der Beobachtung angegebenen Zeit des ersten Meridians die Länge. Zur Kontrolle wird häufig am Nachmittage noch eine Längenbestimmung gemacht.

Die günstigste Zeit zur Anstellung der Längenbeobachtungen, wo etwaige Fehler in den zur Berechnung benutzten Argumenten den geringsten Fehler im Resultat verursachen, ist dann, wenn das Azimuth des Gestirns gleich oder möglichst nahe gleich 90^0 ist, bei gleichnamiger Breite und Deklination also im ersten Vertikal, falls $\varphi > \delta$, oder falls $\varphi < \delta$, wenn der Deklinationsparallel des Gestirns den Höhenkreis tangirt (dann ist das Azimuth, welches bis 90^0 nicht herabgehen kann, am kleinsten); sind Breite und Deklination ungleichnamig, so ist das Azimuth stets kleiner als 90^0, es kommt aber diesem Werthe am nächsten, wenn das Gestirn im Horizont steht; die Beobachtungen sind daher in letzterem Falle bei einem möglichst niedrigen Stande des Gestirns zu wählen, es mufs jedoch bemerkt werden, dafs zu kleine Höhen wegen der damit verbundenen Unsicherheiten infolge der Refraktion vermieden werden müssen.

(Schlufs folgt.)





Ueber Zusammenstöfse und Theilungen planetarischer Massen.

Herr Prof. Seeliger in München hat kürzlich in den Abhandlungen der bairischen Akademie der Wissenschaften eine Abhandlung über dieses hochinteressante Thema veröffentlicht, in welcher zunächst an der Hand theoretischer Formeln der Einflufs untersucht wird, den das Zusammentreffen von Planeten und Kometen mit meteorischen Körpern auf die Bewegung der ersteren ausüben mufs. Wie von vornherein wahrscheinlich ist, zeigt sich dabei, dafs unter der Annahme, dafs die Meteore aus allen möglichen Himmelsrichtungen gleich oft auf den betreffenden Körper stürzen, die Bewegung dieses letzteren um die Sonne dadurch einen Widerstand erfährt. In spezieller Anwendung auf das Erdsystem ergiebt sich die schon durch v. Oppolzer erkannte Möglichkeit, durch meteorischen Einflufs den von der Störungstheorie unerklärt bleibenden Betrag in der säcularen Acceleration des Mondes abzuleiten, ohne Zuhilfenahme der Hypothese Delaunays von der Verzögerung der Erdrotation durch die Gezeiten. Die Vergröfserung, der Masse des Mondes, die directe Verlangsamung seiner tangentialen Bewegung durch den Stofs der auffallenden Meteore und endlich die Verzögerung der Erdrotation durch die Meteore müssen nämlich gemeinsam die Umlaufszeit des Mondes in einem solchen Grade verkürzen, dafs sich dies durch eine Acceleration der Winkelbewegung des Mondes sehr wohl bemerklich machen könnte. Indem Seeliger einen von Oppolzer begangenen Fehler vermeidet, findet er sogar unter sonst gleichen Annahmen ein 35 mal so grofses Resultat, so dafs es zur Erklärung der beobachteten Mondacceleration genügen würde, wenn die in jedem Jahrhundert sich mit der Erde vereinigende kosmische Staubmenge einer rings die Erde umgebenden Schicht von $^1/_2$ mm Dicke und von der mittleren Dichtigkeit der Erde gleichkäme. Gleichwohl hält Prof. Seeliger den geistvollen Erklärungsversuch Oppolzers auf Grund der von Braun[1]) dagegen erhobenen Ein-

[1]) Astr. Nachr. No. 2582.

würfe immer noch für unwahrscheinlich. Wichtiger sind die Anwendungen der Formeln für den durch Meteore erzeugten Widerstand auf die Kometen, sofern z. B. die Phänomene, welche der Enckesche Komet gezeigt hat, auf diese Weise völlig erklärt werden können. Selbst die Unregelmäfsigkeiten in der Veränderung der Umlaufszeit dieses Kometen bereiten keinerlei Schwierigkeiten, sobald man als Ursache derselben den Zusammenstofs mit Meteormassen, die nicht ganz gleichförmig im Raum vertheilt sein werden, betrachtet. Jedenfalls darf man nach Seeliger unter dem zur Erklärung der Bewegung des Enckeschen Kometen herangezogenen „widerstehenden Mittel" keineswegs den Lichtäther verstehen, was leider vielfach in populären Schriften geschieht. Denn dieses Medium kann erstens nicht die translatorische Bewegung des Sonnensystems mitmachen, was vom „widerstehenden Mittel" gefordert wird, und zweitens müfste die an und für sich schon unzulässige Annahme einer Dichtigkeitszunahme des Lichtäthers in der Sonnennähe Lichtbrechungen bedingen, welche gewisse in Wirklichkeit nicht wahrgenommene Anomalien in den scheinbaren Bewegungen der inneren Planeten zur Folge haben würden.

Im letzten Theil seiner Abhandlung behandelt Seeliger die so oft beobachteten Theilungen und Ausströmungen der Kometen in ihrer Rückwirkung auf die heliocentrische Bewegung der Kerne. Es wird gezeigt, dafs die Reaction der Ausströmung, weil sie in der Richtung der Verlängerung des Radiusvector wirkt, nicht den gleichen Einflufs auf die Bewegung haben kann, als ein in der Tangentenrichtung wirkendes widerstehendes Mittel. Da aufserdem die Ausströmung nach dem Periheldurchgang lebhafter sein wird, als vor demselben, so müfste durch deren Rückwirkung bei periodischen Kometen die mittlere Länge von Umlauf zu Umlauf verkleinert werden, also das gerade Gegentheil von dem resultiren, was wir am Enckeschen Kometen beobachten. — Dafs man nun auch bei grofsen Kometen mit sehr energischer Schweifbildung bis jetzt durchaus keine Rückwirkung der Ausströmungen auf die Bewegung des Kernes beobachtet hat, läfst überhaupt darauf schliefsen, dafs die Masse der ausgeströmten Theilchen verschwindend klein sein mag gegen die Masse des Kometenkerns. „Diese Ansicht über die ungeheuere Dünnheit der Materie, welche die Kometenschweife bildet, steht auch sonst mit allen Beobachtungen im Einklang, und sie schliefst sich den in neuerer Zeit gemachten Versuchen über die Zerstäubung belichteter Metallmassen in vieler Hinsicht so eng an, dafs vor der Hand die Vermuthung eines Zusammenhanges beider Erscheinungen, wie auch von

anderer Seite bereits ausgesprochen worden ist, wenigstens nicht unbedingt abzuweisen ist." Bezüglich der bei mehreren Kometen bereits wahrgenommenen Theilungen kommt endlich Seeliger zur folgenden, sehr bemerkenswerthen und ganz neue Gesichtspunkte einführenden These: „Wenn man sich ein Bild von solchen Erscheinungen, wie der Theilung des Bielaschen Kometen, des plötzlichen Auftauchens von Nebenkometen in gröfserer oder kleinerer Entfernung vom Hauptkern u. s. f., machen will, so wird dies, wenn die Zukunft nicht ganz durchgreifende Richtigstellungen bringt, wohl kaum anders ausfallen können, als dafs man annimmt, die physikalischen Bedingungen für Erscheinungen, welche Kometen genannt werden, könnten an mehreren Stellen, wenn auch in sehr verschiedenem Grade, gegeben sein. Halten wir den engen Zusammenhang zwischen Sternschnuppenschwärmen und Kometen fest, so würde also ein solcher Schwarm bald da bald dort die physikalischen Bedingungen erlangen, welche ihn als Kometen erscheinen lassen. Die Mitwirkung störender Planeten bei der Ausbreitung solcher Schwärme braucht selbstverständlich in keiner Weise ausgeschlossen werden. Das bekannte Vorkommen von Kometensystemen, die Theilung des Bielaschen Kometen, der Pogsonsche Komet[1]) und der wahrscheinlich mit ihm identische Sternschnuppenfall verlieren dann in astronomischer Beziehung das auffallende und merkwürdige, das ihnen noch anhaftet. Dafs hiermit über die physikalische Erklärung der Kometen noch nichts gesagt ist und gesagt werden soll, versteht sich von selbst." F. Kbr.



Venusbeobachtungen nahe der unteren Conjunktion sind Anfang Dezember vorigen Jahres von E. E. Barnard auf der Lick-Sternwarte mit einem 12-zölligen Refraktor angestellt worden. Die äufserst schmale Venussichel zeigte sich dabei, wie die Abbildung erkennen läfst, fast zu einem vollen Kreise verlängert, offenbar infolge des bekanntlich bei diesem Planeten äufserst stark auftretenden Dämmerungsphänomens, welches bewirkt, dafs mehr als die Hälfte der Kugeloberfläche erleuchtet ist. Unregelmäfsigkeiten der Sichel oder Flecke auf dem dunklen Venuskörper konnten nicht bemerkt werden,

---

[1]) Dieser Komet wurde auf Grund des Sternschnuppenfalls vom 27. November 1872 telegraphisch von Klinkerfues nach Madras avisirt und gerade gegenüber dem Radiationspunkte jener Sternschnuppen, die bekanntlich in der Bahn des Bielaschen Kometen laufen, aufgefunden.

sondern der dunkle Theil des Planeten war vom Himmelsgrund bei



1890, Dec. 1. **Die Venussichel.** 1890, Dec. 5.

diesen, natürlich am hellen Tage angestellten Beobachtungen durchaus nicht zu unterscheiden.[1])



Das Recheninstitut der Berliner Sternwarte.

Zu den in der Oeffentlichkeit sehr wenig bekannten Schöpfungen, welche in neuerer Zeit auf wissenschaftlichem Gebiete in Deutschland hervorgerufen worden sind, gehört eine besondere Abtheilung der Königlichen Sternwarte zu Berlin. Da unsere Zeitschrift neben ihren Mittheilungen über ausländische astronomische Institutionen keinesfalls eine Ueberschau einheimischer Einrichtungen dieser Art vernachlässigen darf, so nehmen wir Anlafs, in Kürze die Art der Thätigkeit des Recheninstituts der Berliner Sternwarte auseinanderzusetzen.

Die Begründung dieser Anstalt hängt wesentlich mit der Entwicklung des Berliner astronomischen Jahrbuchs und mit der Erweiterung unserer Kenntnisse der Planetenwelt, der „Planetoiden" zwischen Mars und Jupiter, zusammen. Im Jahre 1773 hatte Bode das Berliner astronomische Jahrbuch gegründet, ein Werk, das alljährlich die genauen Positionen der Sonne, des Mondes und der Hauptplaneten lieferte, über die sämtlichen sonstigen beobachtenswerthen Himmelserscheinungen die nöthigen vorausberechneten Angaben machte und aufserdem verschiedentliche Mittheilungen über Beobachtungen, literarisch-astronomische Neuigkeiten u. s. w. brachte. Eine strengwissenschaftliche Form erhielt das Berliner Jahrbuch indessen erst, als Encke im Jahre 1830 die Redaktion des Werkes übernommen hatte. Fortan bildeten die zur Herausgabe eines jeden Bandes erforderlichen Rechnungsarbeiten einen sehr wesentlichen Theil des Arbeitsprogramms der Berliner Sternwarte. Die Genauigkeit und zweckmäfsige Anordnung der Angaben des Buches und nicht zum

[1]) Vergl. Astr. Nachr. Nr. 3018.

wenigsten eine Reihe der wichtigsten Abhandlungen über astronomische, rechnerische Probleme, von Encke selbst ausgearbeitet, erhoben das Berliner astronomische Jahrbuch bald zu einer allseitig gewürdigten und weit verbreiteten litterarischen Erscheinung. Trotz der Konkurrenz mit zwei viel älteren ähnlich eingerichteten astronomischen Ephemeriden des Auslandes, des „Nautical almanac" (gegr. 1766) und der „Connaissance des temps" (1679) hat das Jahrbuch seinen Ruf bis in die Gegenwart zu bewahren gewufst und namentlich für die Kreise der Rechner ist es eine Nothwendigkeit geworden; heute giebt es wohl wenige Sternwarten, auf denen es nicht zu finden wäre. Mit dem Aufschwunge der Planetoidenentdeckung (von 1847 ab) erwuchs der Redaktion des Jahrbuchs ein Arbeitsfeld, dessen Gröfse sie anfangs gar nicht ahnen konnte. Die von Hencke, Hind, Gasparis u. v. A. entdeckten, zwischen Mars und Jupiter um die Sonne kreisenden kleinen Gestirne forderten mit demselben Rechte wie die 8 grofsen Planeten ihre Stellung im Jahrbuch durch die Angabe ihrer vorausberechneten Positionen; ja diese Angaben waren aus dem Grunde noch unablehnbarer als die der alten Planeten, weil die kleinen, an und für sich lichtschwachen Planetoiden während eines Umlaufs um die Sonne von der Erde aus nur kurze Zeit sichtbar wurden und unseren Fernröhren bald wieder entschwanden, so dafs weder ihre Aufsuchung noch ihre Verfolgung unternommen werden konnte, wenn nicht die Vorausberechnung ihrer scheinbaren Bahn entsprechend früher veröffentlicht wurde. Encke griff nun hier entschieden ein, indem er zum Theil selbst, dann aber namentlich durch Aneiferung seiner Beamten und seiner astronomischen Freunde für die Bearbeitung der Bahnen der Planetoiden Sorge trug und die Ephemeriden dieser Gestirne alljährlich dem zur Veröffentlichung kommenden Bande des Jahrbuchs einverleibte. Indessen mufste er schon nach den 11 ersten Planeten im Jahrbuche für 1854 das Geständnifs machen, „dafs es durch die sich mehrenden Entdeckungen der kleinen Planeten nicht mehr möglich sei, mit Sicherheit hinlänglich genaue Ephemeriden im Jahrbuche zu versprechen". Er richtete deshalb eine Aufforderung an die anderen Sternwarten, sowohl durch Weiterbeobachtung der Planetoiden als auch durch Mittheilung vorausberechneter Ephemeriden das Möglichste für die Verfolgung und Ausbildung dieses neuen Zweiges der Astronomie zu thun. In der That gelang es ihm, sich die Mitwirkung eifriger Kräfte, hauptsächlich aus Deutschland und Oesterreich, zu sichern und die Berliner Sternwarte gewissermafsen zum Zentralisationspunkte der Planeten-

bearbeitung zu machen. Es ist schon an einem anderen Orte unserer Zeitschrift („Blicke auf die Vergangenheit und Gegenwart der astronomischen Rechenkunst", II. Jahrg. S. 554) auf die ausserordentlich schnelle Zunahme der Auffindung neuer Planetoiden und auf die sehr erhebliche Arbeit hingewiesen worden, welche diese kleinen Himmelskörper bezüglich ihrer fortgesetzten Beobachtung und namentlich bezüglich ihrer sicheren Vorausberechnung machen. Um ein solches Gestirn, dafs sich in seinem Aeufseren von feinen Sternchen durch nichts unterscheidet, mit Sicherheit auffinden zu können, mufs nicht nur die jeweilige Bahn aus den Beobachtungen sorgfältig abgeleitet werden, sondern es sind auch die planetarischen Störungen zu berücksichtigen, die der Planetoid von einer Wiederkehr zur andern im Sonnensystem erlitten hat. Ist also die Vorausberechnung nur oberflächlich geführt, so kann es kommen, dafs das erwartete Gestirn überhaupt am Fernrohre nicht wiedergefunden wird, „verloren geht", wie der astronomisch-technische Ausdruck lautet. Mit der fortwährend sich steigernden Zahl neuentdeckter Planeten erwies sich die freiwillige Mitarbeiterschaft der Astronomen als unzureichend, indem es nicht gelang, namentlich bezüglich der neuentdeckten Planeten, für eine hinreichend genaue rechnerische und rechtzeitige Vorausbestimmung Fürsorge zu tragen; die Menge der Arbeit war eben zu grofs geworden. Als die Zahl der Planeten das erste Hundert überschritten hatte und die Unmöglichkeit, die Planetenbearbeitung in der früheren Weise fortzuführen, sich immer klarer zeigte, trat im Jahre 1874 die Redaktion des Jahrbuches, welche inzwischen seit Enckes 1865 erfolgtem Tode an den gegenwärtigen Direktor der Berliner Sternwarte, Professor Förster, übergegangen war, mit neuen Organisationsvorschlägen für die Behandlung der in Rede stehenden Arbeiten hervor. Um gleichzeitig auch die Berliner Sternwarte von der Last der Planetenbearbeitung zu befreien, welche eine so drückende geworden war, dafs die eigentliche wissenschaftliche Thätigkeit der Sternwarte schon darunter zu leiden hatte, und um ferner von der freiwilligen Mitarbeiterschaft unabhängiger als bisher zu sein (beispielsweise leisteten das amerikanische Nautical-Office und die Pariser Sternwarte nur vorübergehend ihre Mithülfe), wurde die Errichtung eines besonderen Recheninstituts, als Ergänzung der Sternwarte, beschlossen. Gleichzeitig konnte dieses Institut die Herausgabe des Jahrbuchs, dessen Weiterführung nach seinem 100-jährigen Bestande geradezu eine Ehrenpflicht der Berliner Astronomen war, übernehmen. Dieses Institut trat 1874 unter Leitung von Professor Tietjen ins

Leben. — Das „Recheninstitut“ sucht seine Thätigkeit, der oben dargelegten Vorgeschichte nach, in der Bearbeitung von zwei Aufgaben: die eine ist die Leistung der für die Herausgabe des Jahrbuchs nöthigen, im Vergleich zu den früheren Jahrgängen sehr erheblich erweiterten Rechnungsarbeiten, die andere Aufgabe besteht in der laufenden Bearbeitung der Planetoiden. In letzterer Hinsicht sollte das Institut namentlich für die Herstellung von Ephemeriden neuer Planeten, oder solcher, welche eben wieder zur Beobachtung sichtbar wurden, Sorge tragen. Die wissenschaftliche Bearbeitung einer Reihe von Wiederkünften eines Planetoiden, eingehende Untersuchungen seiner Bahn u. s. w. sollten dagegen dem freiwilligen, aufserhalb des Instituts stehenden Mitarbeiterkreise überlassen bleiben. Behufs der rechnerischen Fürsorge für die zur Beobachtung kommenden Planeten hat das Institut eine Reihe von Cirkularen, im Ganzen 334 herausgegeben, welche in regelmäfsiger Folge von 14 Tagen die Ephemeriden und Bahnelemente der Planeten zur Kenntnifs der auswärtigen Astronomen brachten. Mit Ende 1888 ist indessen die Herausgabe dieser Cirkulare eingestellt worden, da die Redaktion bei der immer weiter wachsenden Menge neuer Planeten in der gang und gäbe gewordenen Art der unterschiedslosen Planetenbearbeitung keinen wissenschaftlichen Gewinn mehr erblicken konnte. Es ist vielmehr beschlossen worden, die Hauptthätigkeit des Instituts auf bestimmte Kategorien der kleinen Planeten zu konzentriren, namentlich auf solche, welche der Erde nahe kommen und sich als Mittel zur Bestimmung der Entfernung der Erde von der Sonne nützlich erweisen, oder solche, die dem Jupiter sich stark nähern und welche uns zu einer genaueren Kenntnifs der Masse dieses Planeten verhelfen können u. s. w.; ein Entschlufs, der wohl zu billigen ist, wenn man bedenkt, dafs dem Institute nur eine beschränkte Zahl von Kräften zur Verfügung steht und wir gegenwärtig schon 300 entdeckte Planeten zählen. Es mag noch hinzugefügt werden, dafs mit der Herstellung des Jahrbuchs und der Bearbeitung der kleinen Planeten keineswegs der Thätigkeit des Instituts besondere Grenzlinien gezogen worden sind, sondern selbes seiner entwicklungs- und leistungsfähigen Organisation nach gröfseren rechnerischen Aufgaben in demjenigen Sinne sich zu widmen vermöchte, in welchem am Schlusse der III. Fortsetzung des früher zitirten Artikels (II, S. 559) auf die Nothwendigkeit entsprechender Organisationen hingewiesen worden ist. Vielleicht wird es in Zukunft gelingen, hierzu in irgend einer Weise gröfsere Mittel zu vereinigen. Uebrigens sind auch bereits von Mitgliedern des Recheninstituts in

deren freierer persönlicher Thätigkeit rechnerische Arbeiten mehrfach ausgeführt worden.

Gebogener Marmorpfosten im Patio de la mezquita der Alhambra zu Granáda.

Eine Reisenotiz aus dem Frühjahr 1884, welche mir in die Hand fällt, betrifft ein geophysikalisch merkwürdiges Baustück der Alhambra zu Granáda. Bei dem Brand der letzteren im vorigen Herbst ist es vielleicht zerstört worden; um so mehr scheint eine Beschreibung desselben gerechtfertigt. Der Marmorpfosten einer Thüröffnung im Patio de la mezquita, durch Druck in der Axenrichtung ohne Bruch und Risse ausgebogen, lieferte den Beweis der Möglichkeit bruchloser Biegung festen Gesteines, welche bei Erklärung von Schichtenfaltungen ebenso oft behauptet als in Abrede gestellt worden ist.

Nebenstehende Abbildung zeigt den gebogenen Pfosten auf der rechten Seite der Thüröffnung, welche durch eingespreitzten Holzrahmen gegen Zusammenbruch versteift war. Die reichen Stuccaturen der Alhambra verhüllen ihre wenig dauerhafte Construction; an verschiedenen Stellen bemerkt man, dafs Thür- und Fensteröffnungen nicht überwölbt, sondern durch Holzträger abgedeckt sind, worauf das Wandgemäuer weiter geführt worden ist. Das mag wohl auch mit dieser Thüröffnung der Fall gewesen sein: durch Morschwerden des Trägers hat sich das Gemäuer gesetzt und einen Druck auf die Marmorverkleidung ausgeübt, welcher die Pfosten auf ihre rückwirkende Festigkeit in Anspruch nahm. Der linksseitige (fehlende) ist vermuthlich gebrochen, der rechtsseitige so weit einwärts gebogen, dafs er sich vom Gemäuer abgelöst hat.

Er besteht aus weifsem, gleichmäfsig feinkörnigem, in Längsrichtung kaum merklich gestreiftem Marmor ohne makroskopisch sichtbare Glimmerblättchen oder sonstige Accessorien. Seine Höhe beträgt 2,93 Meter; Breite 0,23 Meter; Dicke, an den Sichtflächen, 0,046 Meter, die Unebenheiten der Rückfläche berücksichtigt aber etwa 0,05 Meter. Dem 3—4 Centimeter tief in die Sockelmauer eingelassenen Pfosten war die obere Verkleidungsplatte frei aufgelegt. Ausbiegung, 1,03 Meter über dem Boden, 0,06 Meter; mit einem Krümmungsradius von 8,9 Meter, d. i. $\frac{8,9}{0,05} = 178$ mal gröfser als die Pfostendicke. Der zur Durchbiegung erforderliche Druck hat ungefähr 1600 Kilogramm[1]) oder 14 Kilogramm per Quadratcenti-

meter des Querschnittes betragen, und würde auch zum Zerknicken des Pfostens ausgereicht haben, falls er angehalten hätte oder der Pfosten nicht gegen weitere seitliche Ausweichung verspreitzt worden wäre. Ob der Pfosten bei Aufhören des Druckes sich wieder gerade recken, oder die Krümmung beibehalten würde, läfst sich nicht sagen; ersteren Falles läge eine Biegung innerhalb der Elasticitätsgrenze vor, letzteren Falls hätten sich die Kalkspatkörnchen bleibend aneinander verschoben, ohne dafs aber ihr Zusammenhang gelöst worden wäre.



Gebogener Marmorpfosten an der Alhambra.

Man darf nicht annehmen, dafs sehr lange Wirkungszeit einen die Tragfähigkeit untersteigenden Druck befähigt hätte, die Durchbiegung hervorzubringen, denn die Alhambra wurde erst 1213 bis 1338 erbaut und verfiel seit Anfang des 18. Jahrhunderts, also seit etwa 200 Jahren. Es ist aber wahrscheinlich, dafs der Druck ganz allmählich anhub und ohne Rucke bis zur Elasticitätsgrenze zunahm, so dafs sich die Kalkspathkörnchen langsam und ruhig verschieben konnten; — sonst würde Bruch eingetreten sein.

[1]) Die Tragfähigkeit P einer freistehenden parallelepipedischen Säule von der Länge l, Breite b, Dicke h, Elasticitätsmodul E ist: $P = \frac{\pi^2}{48} \cdot \frac{b \cdot h^3}{l^2} \cdot E$; in unserem Fall $= 0{,}2056 \cdot \frac{23 \cdot 5^3}{293^2} \cdot 233400 = 1599{,}6$ (kg; cm).

Aus diesem und anderen Beispielen bruchloser Biegung festen Gesteins darf man nicht ohne weiteres schliefsen, dafs auch die durchgreifenden Faltungen und Fältelungen der verschiedenartigsten Gesteinsschichten, welche bei der Gebirgsbildung eine hervorragende Rolle spielen, bruchlos erfolgt seien. Wir sehen, dafs homogener Marmor Biegung unter einem Radius von 9 Meter zuläfst, falls die gebogene Platte desselben sehr dünn ist (Dicke $= \frac{1}{178}$ des Krümmungsradius), dürfen daraus aber nicht folgern, dafs dickere oder dünnere Schichten desselben Marmors Biegungen oder Faltungen unter kleinem Krümmungshalbmesser ebenfalls aushalten würden; und noch weniger, dafs dies bei anderen Gesteinen der Fall gewesen sei, deren Schichten wir gefaltet finden. Ein jeder fester Körper hat seinen eigenthümlichen Festigkeits- und Elasticitätsmodul, welcher seine, gegebener Form und gegebenen Dimensionen entsprechende, Tragfähigkeit und Biegbarkeit bestimmt; — aus dem Umstand, dafs sich ein Eisenblech zu Wellblech falten läfst, folgt nicht, dafs auch eine dünne Marmortafel wellig zusammengefaltet werden kann, obwohl sie flache Ausbiegungen zuläfst; und wenn diese Ausbiegungen ohne Bruch und Risse stattfinden, folgt daraus nicht, dafs sich dieselbe Marmorplatte ohne Bruch und Risse zu Fältchen kräuseln läfst.

Selbst heterogen zusammengesetzte Gesteine lassen sich bei günstigen Form- und Dimensionsverhältnissen durch zweckmäfsig applicirten genügenden Druck biegen, wenn auch so wenig, dafs man sie nach gewöhnlichem Sprachgebrauch als unbiegsam oder spröde bezeichnet. Im Gegensatz dazu sind andere Gesteine, welche überwiegend aus zähen Blättchen von Glimmer, Chlorit, Talk, Graphit, Fraueneis u. dergl. bestehen, auffällig biegsam. Die einzelnen Blättchen sind elastisch oder unelastisch biegsam und aneinander ein wenig verschiebbar, ohne dafs der Zusammenhang zwischen ihnen und etwa eingeschlossenen fremden Mineralkörnchen gelöst würde; manche Glimmersandsteine, Gelenkquarzite, Schiefer gehören hierher. Relativ biegsam sind auch homogene, feinkrystallinisch-körnige, milde Gesteine, deren constituirende, in einer oder mehren Richtungen vollkommen spaltbare, Körnchen in verschiedener krystallographischer Orientirung gleichsam miteinander verzahnt sind; beispielsweise können Alabaster, Steinsalz, feinkörniger Marmor angeführt werden, dessen Biegsamkeit durch parallel eingewachsene Graphit-, Glimmer-, Talkblättchen (Cipolin) noch erhöht wird. Endlich übt die sogen.

Bergfeuchtigkeit einen bedeutenden Einfluſs in dieser Hinsicht; nicht etwa dadurch, daſs sie das Gestein weicher macht, sondern durch Verminderung seiner inneren Reibung. Thonige und andere Beimischungen, welche Feuchtigkeit zurückhalten, fördern gleichfalls die Geschmeidigkeit und Biegsamkeit der Gesteine; desgl. Asphalt und Erdöl, welche Kalkstein oder Schiefer durchtränkt haben.

Sehr vereinzelte Fälle abgerechnet, in denen bruchlose Kleinfältelung aus der Milde und Biegsamkeit des Gesteines erklärt werden könnte (z. B. Gekrösestein, Talkschiefer, Thonstein), wobei aber immer noch Quetschungen und Zerreiſsungen einzelner Mineralpartikel, sowie gleichzeitige oder nachmalige Wiederverfestigung derselben eintraten, darf man mit der hier erörterten augenfälligen Biegsamkeit gewisser Gesteine keineswegs für bewiesen erachten, daſs deren durchgreifende Faltung, Fältelung und Kräuselung, ohne Brüche Risse und Zertrümmerung erfolgt sei; und noch weniger darf man dann weiter schlieſsen, daſs dies auch von augenfällig unbiegsamen und spröden Gesteinen gelte. Eine jede zusammengeklappte Schichtenfalte zeigt Risse, seien es offene Klüfte oder mit Mineralsubstanz gefüllte Adern, Gänge und Gangtrümer. Diese Risse sind häufig nahezu radial zur Faltenaxe gerichtet; infolge der zur Druckrichtung schiefen Stellung der Ablösungsflächen kommen aber auch viele andere Risse vor, welche trotz scheinbarer Unregelmäſsigkeit dennoch denselben faltenden Drucken ihre Entstehung verdanken können. Ein einzelnes Handstück aus der zusammengefalteten Schicht ist von kürzeren Rissen durchsetzt, welche meist wieder verheilt und oft so fein sind, daſs sie erst beim Zerspringen des Handstücks unter einem Hammerschlag merkbar werden. Und untersucht man einen Dünnschliff des Handstücks unter dem Mikroskop, so bemerkt man zahllose, durch sichtbare Mineralsubstanz oder auch nur durch Verschweiſsen (dieser Ausdruck ist hier zunächst bildlich zu verstehen) wieder geschlossene Haarrisse, deren Existenz letzteren Falles daraus hervorgeht, daſs die durchschnittenen Mineralpartikel an den Rissen verschoben (verworfen), oder daſs die Theile eines und desselben Mineralindividuums zu beiden Seiten derselben verschieden orientirt sind, wodurch z. B. bei Quarz die buntesten Polarisationsmosaike hervortreten, abgesehen von den durch Druck der kleinsten Körnchen bedingten Polarisationserscheinungen. Glimmerschüppchen sind in der Regel gestreckt und an den Spitzen ausgezasert; dabei haben oft innere Ablösungen nach der Hauptspaltungsrichtung stattgefunden, die Spaltungsblättchen sind übereinander geglitten und haben sich gegenseitig gerieft. Talk- und

Biotitblättchen sind häufig bruchlos gebogen; bei starker kurzer Umbiegung aber im Knie aufgeborsten wie grünes faseriges Holz; und dies Aufbersten ist bei den mehr elastischen, aber weniger geschmeidigen, Kaliglimmerschüppchen noch häufiger, selbst nach geringerer Durchbiegung. Solche zeigen sich an den Enden oft zu Strähnen aufgezasert. Hornblende, in der Regel äufserlich und innerlich wie angefressen und voller sekundärer Mineraleinschlüsse, ist durch die Quetschung zerstückelt, zerfetzt, geborsten, und mitunter erkennt man die auseinandergerissenen Stückel wieder, welche ursprünglich zusammengehört haben. Ein ähnliches (formales) Verhalten bemerkt man an Feldspathen. Sehr selten sieht man eine dünne Leiste derselben gebogen; in der Regel sind die einzelnen Individuen unregelmäfsig zerstückelt, auseinandergerissen, oder knieförmig aneinandergereiht, ohne auffällige Zaserung.

Solche und ähnliche mikroskopische Quetschungserscheinungen bemerkt man an allen constituirenden Bestandtheilen der meisten Gesteine aus dem Gotthardtunnel, von denen ich über 500 Dünnschliffe unter dem Mikroskop untersucht habe (siehe „Geologische Durchschnitte und Tabellen über den grofsen Gotthardtunnel"); und zwar nicht nur in solchen Gesteinen, welche gefalteten Schichten entstammten, sondern auch in ohne Faltung (oder durch Ueberfaltung) innerlich zerquetschten. Von Accessorien, welche ohne jegliche Drucksymptome in zerquetschtem Gestein vorkommen, darf man mit Grund annehmen, dafs sie erst nach dem Quetsch- oder Faltungsprozefs ausgeschieden worden sind.

Da zum Zusammenfalten einer Gesteinsschicht auf die Einheit der Angriffsfläche ein gröfserer Druck erforderlich ist als zum Zerquetschen, und da die nach gewöhnlichem Sprachgebrauch unbiegsamen Gesteine durch den Faltungsvorgang bis ins innerste zerquetscht worden sind, so darf man als erwiesen betrachten, dafs solche Gesteine nur während oder nach vorgehender Quetschung gefaltet werden konnten. Das Pulver derselben war gewissermafsen plastisch, soweit man dies z. B. auch von Formsand sagen kann; es liefs sich in alle möglichen Formen pressen, und der Führung des Sandes zwischen dehnbaren und verschiebbaren Glimmerhüllen, oder zwischen den Grenzhäuten benachbarter Schichten, oder zwischen seitwärts nicht nachgebenden Schichten, verdankt es den Faltenwurf. Fiel solche Führung weg, so resultirte aus der Quetschung eines schieferigen Gesteines ein massiges gleicher Mineralbestandtheile. So sehen wir z. B. vielorts Gneifs in granitisches Ge-

stein zerquetscht, welches aber trotz Granitstruktur Gneifs, und weder eruptiv noch intrusiv ist. Unter besonderen Verhältnissen, auf welche ich hier nicht eingehen will, ist solchem Quetschgranit nachmals öfters eine sekundäre oder falsche Schieferung aufgeprägt worden, deren äufseres Merkmal auch darin besteht, dafs die Glimmerblättchen weder unter sich noch den Grenzflächen parallel angeordnet sind.

Viel schwieriger als die ungezwungene Erklärung der Faltung „unbiegsamer" Gesteinsschichten durch Quetschung derselben in nachgiebiges Pulver, ist das Verständnifs der Wiederverfestigung des letzteren; hier stehen wir vor einem Räthsel, und haben fast nur Muthmafsungen zu seiner Lösung. Den sekundären Mineralien, als Viridit, Eisenocker, Gips, Kalkspath, Schwefelkies, selbst Quarz, u. s. f., womit wir die grofsen und mikroskopischen Faltungsrisse oft gefüllt finden, dürfen wir die Verfestigung der ganzen Masse nicht ohne weiteres zuschreiben: denn diese Mineralien sind meist erst nach der Solidirung ausgeschieden. Ich glaube, dafs in vielen Silikatgesteinen zeolith- und chloritartige Mineralien auf den Quetschrissen, aus wässerigen Lösungen ausgeschieden, bei einer Temperatur von mehr als 100° in Quarz und wasserfreie Silikate (Feldspath, Biotit) zerlegt worden sind, welche den gleichartigen vorhandenen Mineralien in gleicher Orientirung ankrystallisirten, so dafs das Mikroskop einen Unterschied zwischen Bindemittel und Narbenrändern nicht erkennen läfst. Ich glaube aber auch an die Modification der chemischen Reactionen und an Molekulumlagerung durch hohen Druck; und damit kann man weit kommen. Endlich ist nicht einmal die Möglichkeit einer Frittung (oder „Verschweifsung", wie wir es oben nannten) der mikroskopischen Trümmer gewisser Mineralien durch die mit der Quetschung verknüpfte Reibungswärme ausgeschlossen. F. M. Stapff.



Der Merkurdurchgang am 10. Mai 1891.

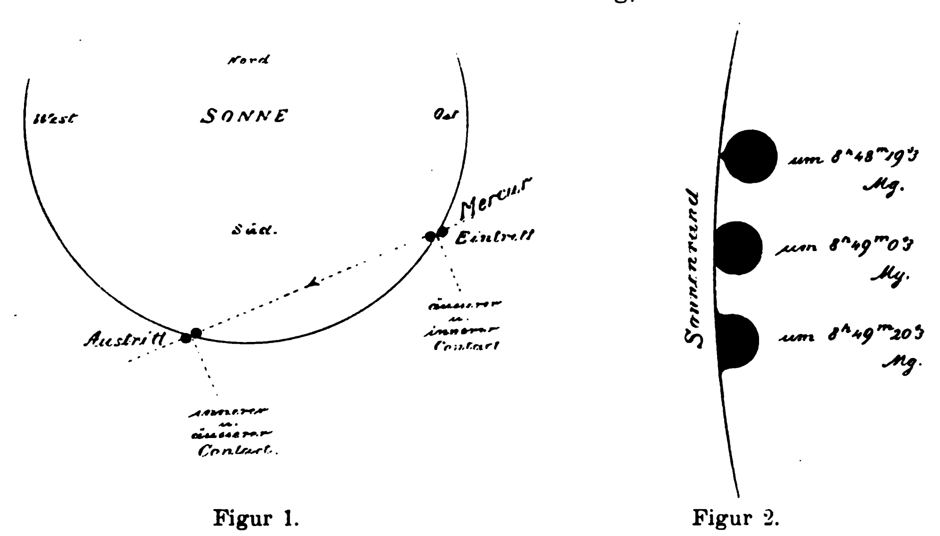
In den ersten Morgenstunden des 10. Mai werden jene Bewohner des östlichen und centralen Europa, welche bald nach Sonnenaufgang ihre Blicke durch ein schwaches Fernrohr über die Sonnenscheibe schweifen lassen, gegen den südwestlichen Rand des Tagesgestirnes hin ein sehr kleines, schwarzes Scheibchen wahrnehmen, welches sich allmählich dem Rande mehr und mehr nähern und endlich verschwinden wird, sie werden Zeugen des stattfindenden Vorüberganges des Planeten Merkur über die Sonnenscheibe sein. Das Schauspiel eines Vorüberziehens der beiden sogenannten inneren Planeten unseres Sonnen-

systems, Venus und Merkur, vor der Sonne ereignet sich bekanntlich vermöge der Bahneigenthümlichkeiten jener Planeten nicht allzu häufig und namentlich zwischen zwei Venusvorübergängen kann unter Umständen eine sehr beträchtliche Zeit verfliefsen;[1]) die Merkurdurchgänge kommen etwas öfter vor, die beiden letzten fanden statt am 6. Mai 1878 und 7./8. November 1881. Die Wichtigkeit dieser Erscheinungen für unsere astronomische Erkenntnifs ist wohl allbekannt: bietet doch ihre Beobachtung die besten Hilfsmittel zur Bestimmung des Betrages der sogenannten Sonnenparallaxe dar, aus welcher unmittelbar der genaue Betrag der Entfernung der Erde von der Sonne geschlossen werden kann.

Die Erscheinung eines Merkur- (und Venus-) Vorüberganges stellt sich, wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, durch vier Berührungsmomente der beiden Planetenränder mit dem Sonnenrande dar: zwei Kontakte entstehen beim Eintritte in die Sonne, zwei beim Austritte des Planeten aus derselben. Bei dem diesjährigen Merkurdurchgange wird Merkur seinen Weg über den südlichen Theil der Sonne nehmen, wie es unsere Illustration zeigt. Für die wissenschaftliche Beobachtung handelt es sich nun darum, möglichst präcise die Zeitmomente jener vier Berührungen festzustellen. So scharf sich das kleine schwarze Merkurscheibchen von der hellen Sonnenfläche abhebt, erweist sich doch die genaue Beobachtung der Zeitmomente, in welchen die geometrische Berührung des Merkur- und Sonnenrandes stattfindet, durchaus nicht so leicht, als man glauben könnte. Die Bewegung des Merkur ist nicht so hinreichend schnell, dafs die Kontakte der Zeit nach sicher genug erfafsbar wären; es dauert einige Sekunden, ehe man darüber im Klaren ist, ob die thatsächliche Berührung resp. Trennung der Ränder sich schon vollzogen hat. Hierzu kommt noch eine andere eigenthümliche, die Beobachtung sehr hindernde Erscheinung, die man bei Venus- und Merkurdurchgängen bisweilen beobachtet hat, nämlich das Phänomen der sogenannten „Tropfenbildung“. Diese Erscheinung, auf die man schon lange, und betreffs der Merkurdurchgänge besonders seit 1832, aufmerksam geworden ist, besteht darin, dafs sich einige Sekunden vor den inneren Kontakten eine Verlängerung der Scheibe, ein mehr oder weniger deutliches Ineinanderfliefsen beider Ränder zeigt. Der Planet

[1]) Die Periode, innerhalb welcher die Venusdurchgänge sich ereignen, beträgt $105\frac{1}{2}$, 8, $121\frac{1}{2}$, 8 Jahre. Demgemäfs waren die drei letztbeobachteten Venusdurchgänge am 3. Juni 1769, 9. Dezember 1874, 6. Dezember 1882, und der nächste trifft auf den 7. Juni 2004.

nimmt eine fast „birnförmige“ Gestalt an und löst sich von einem zwischen ihm und dem Sonnenrande schwebenden „Tropfen“ erst geraume Zeit später und zwar meist plötzlich los. Die untenstehende Figur 2 veranschaulicht diese von Tebbutt (New - South - Wales) beim Austritte des Merkur am 7. Mai 1878 bemerkte Erscheinung. Dagegen konnte derselbe Beobachter Tebbutt beim Merkurdurchgange vom 8. November 1881 keinerlei „Tropfenbildung“ wahrnehmen. In Wien wurde 1878 die Tropfenbildung gesehen, eine ihr ähnliche Erscheinung auch in Kiel, während eben zur selben Zeit in Berlin, Lund, Strafsburg u. a. O. nichts Derartiges konstatirt werden konnte. Natürlich macht das Eintreten jener Ränderverzerrungen die Notirung der Zeiten der wahren Kontakte sehr schwierig, und es ist nicht be-



Figur 1. Figur 2.

fremdend, wenn die Zeitangaben einzelner Beobachter, die neben einander an verschiedenen Fernrohren beobachten, um 10 und mehr Zeitsekunden von einander abweichen. Vor 10 Jahren haben André und Angot auf Grund von Versuchen an künstlichen Objekten festgestellt, dafs man es in dem Phänomen der Tropfenbildung (dem ligament noir) mit instrumentellen Ursachen, einer Diffraktionserscheinung zu thun hat, welche namentlich von der Gröfse der Objektivöffnung der Fernrohre abhängig ist; sie haben Methoden und Hilfsmittel angegeben, wie man sich während der Venus- und Merkurdurchgänge von dem Auftreten des ligament noir frei machen kann und die in solcher Weise von André 1878 beim Merkurdurchgange angewendete Methode scheint in der That erheblichere Genauigkeit zur Erreichung der wahren Zeitmomente der Kontakte zu verbürgen.

Die diesjährige Erscheinung des Merkurdurchganges dauert im ganzen, vom Eintritte am Ostrande der Sonne bis zum Austritte am Westrande, etwa 5 Stunden. In Europa wird das Phänomen nur theilweise sichtbar sein, nämlich nur der Austritt. Der letzte Merkurdurchgang (8. November 1881) war in Europa überhaupt nicht sichtbar, vom vorletzten (6. Mai 1878) sahen wir nur den Eintritt (in Berlin etwa um 4 h 7 m Nachmittags.[2]) Die günstigste Position hat diesmal, wie beim letzten Merkurdurchgange 1881, Australien, nur fallen Ein- und Austritt — alle 4 Kontakte werden nämlich in Australien sichtbar sein — um 1 1/2 Stunden später als am 8. November 1881. Das ganze Erdgebiet der Sundainseln und China samt Hinterindien sieht gleichfalls den ganzen Verlauf der Erscheinung. Die Kontakte für Melbourne und Hongkong (Kanton) sind:

	Eintritt			Austritt		
	innerer	äufserer		innerer	äufserer	
Melbourne	9h 34m 21s,	9h 39m 12s	Morgens,	2h 27m 3s,	2h 31m 54s	Nachm.
Hongkong	7 33 30	7 38 24	„	0 21 34	0 26 30	„

Von den Andamanen-Inseln nördlich über das westliche Gangesgebiet gegen Tibet läuft die Kurve, welche die Areale der Sichtbarkeit des ganzen Verlaufs von jenen trennt, welche nur den Austritt Merkurs sehen können. Die Zeit des Eintrittes nähert sich nämlich, je weiter wir westlich gehen, desto mehr der Zeit des Sonnenaufganges; in Batavia tritt Merkur schon nach 7 h Morgens auf der Sonne ein, in Birma nach 6 h. Madras sieht bereits den Eintritt nicht mehr, da die Sonne zu dieser Zeit noch unter dem Horizonte sich befindet. Demgemäfs verfrüht sich ferner der Austritt für weiter westlich gelegene Orte wie folgt:

	Austritt		
	innerer	äufserer	
Madras . . .	10h 6m 32s	10h 11m 29s	Morgens
Cairo	6 49 48	6 54 39	„
Constantinopel	6 39 55	6 44 55	„
Wien	5 48 52	5 53 53	„
Triest	5 38 36	5 43 37	„
Berlin	5 36 53	5 41 54	„

Die Sonne geht für Berlin am 10. Mai etwa um 4 h 15 m auf, für südlicher gelegene Orte später, demnach werden die Bewohner Deutschlands und Oesterreichs den Austritt Merkurs 1 bis 1 1/4 Stunde nach Aufgang der Sonne zu erwarten haben. Zur Wahrnehmung des Phänomens genügen schon sehr kleine, mit Blendglas versehene Fern-

[2]) Die europäischen Beobachtungen waren damals, trotz des vielfach unbeständig gewesenen Wetters, im ganzen befriedigend.

rohre, zur wissenschaftlichen Beobachtung, d. h. zur Notirung der Kontaktzeiten, reicht ein 3-zölliges Instrument nicht aus.

Der erste Merkurdurchgang, welcher auf Grund vorheriger Rechnung beobachtet worden ist, war jener, welchen Cysat in Innsbruck und Gassendi in Paris am 6. Dezember 1631 verfolgten; Kepler hatte ihn vermittelst seiner neuen Merkurtafeln vorausgesagt. Eine Verwendung zur Ermittelung der Sonnenparallaxe finden die Resultate der Merkurdurchgänge erst seit Halley, welchem gelegentlich der Beobachtung des Durchganges von 1677 auf St. Helena der Gedanke gekommen ist, derartige astronomische Ereignisse zur Bestimmung der Erdentfernung von der Sonne zu verwerthen. Vor der Erfindung des Fernrohres war an eine Beobachtung der Vorübergänge der inneren Planeten vor der Sonne nicht zu denken und die Wahrnehmungen, die uns über dunkle auf der Sonne gesehene Punkte aus den Zeiten der Araber und des Mittelalters berichtet werden, beziehen sich auf aufsergewöhnlich grofse, mit freiem Auge sichtbar gewesene Sonnenflecke. Des Kuriosums halber will ich eine Stelle aus einer mittelalterlichen historischen Quelle über einen solch angeblichen Merkurdurchgang hier ansetzen. In Eginhards Annales Francorum (aus welchen die Meldung in eine Reihe anderer Chroniken übergegangen ist) heifst es unter dem Jahre 807 n. Chr.: „Es erschien uns der Merkurstern an den 16. Kalenden des Monats April als kleiner schwarzer Fleck in der Sonne, nur wenig von deren Centrum entfernt und blieb uns durch 8 Tage (!) sichtbar, wenngleich sein Eintritt wegen Bewölkung nicht anzugeben ist. . . .“ Ein 8tägiger Merkurdurchgang ist selbstverständlich unmöglich. Die Annahme der damaligen Zeit, dafs man Merkur auf der Sonne mit freiem Auge sehen könne, rührt wohl davon her, dafs man sich Merkur erheblich gröfser vorstellte, als er thatsächlich ist. War doch viel später Hevel, (im 17. Jahrhundert) erstaunt, aus Messungen des Durchmessers Merkurs, die er bei Gelegenheit eines Merkurdurchganges an dem Planeten ausgeführt hatte, jenen Durchmesser nur zu $^1/_{150}$ des scheinbaren Sonnendurchmessers zu finden, da er vorausgesetzt hatte, ihn viel gröfser zu erhalten. *

Erscheinungen am Sternenhimmel vom 15. April bis 15. Mai.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Sonne und Mond.

Sonnenauf- und Untergang: am 1. Mai $4^h\ 32^m$ Mg., $7^h\ 23^m$ Ab., am 15. Mai $4^h\ 7^m$ Mg., $7^h\ 47^m$ Ab. — Zunahme der Tageslänge April—Mai $1^h\ 49^m$.

Zeitgleichung und Sternzeit im mittleren Mittage:

	Zeitgleichung	Sternzeit		Zeitgleichung	Sternzeit
17. April	— 0m 24s	1h 41m 10s	1. Mai	— 3m 13s	2h 44m 15s
21. „	— 1 17	1 56 56	7. „	— 3 34	3 0 1
25. „	— 2 4	2 12 42	11. „	— 3 46	3 15 47
29. „	— 2 43	2 28 29	15. „	— 3 49	3 31 34

Die Beträge der Zeitgleichung (hier subtraktiv) sind zu den Angaben wahrer Zeit zu fügen, um mittlere Zeit zu erhalten. Die Werthe der Sternzeit an Tagen, für welche sie hier nicht angegeben sind, erhält man durch Addition von 3m 56s 5 pro Tag.

Entfernungen der Sonne und des Mondes von der Erde und scheinbare Durchmesser:

	Sonne			Mond	
	Entfernung	Durchm.		Entfernung	Durchm.
1. Mai	20,203 000 Meil.	31' 47"	1. Mai	50,100 Meil.	32' 10"
15. „	20,268 000 „	31 41	15. „	54,200 „	29 44

Auf- und Untergang des Mondes.

		Aufgang	Untergang
16. April	Erstes Viertel	10h 12m Vm.	2h 45m Mg.
19. „	Erdferne	1 42 Nm.	4 0 „
24. „	Vollmond	7 38 Ab.	5 5 „
1. Mai	Letztes Viertel	2 16 Mg.	9 56 „
5. „	Erdnähe	3 44 „	3 45 Nm.
8. „	Neumond	4 34 „	8 5 Ab.
15. „	Erstes Viertel	10 15 Vm.	1 46 Mg.

2. Die Planeten.

Merkur ist bis Anfang Mai namentlich am Abendhimmel kurze Zeit zu sehen.

	Auf- und Untergang[1]		Entfernung von der Erde
15. April	5h 30m Mg.	9h 0m Ab.	18,990 000 Meilen
1. Mai	4 45 „	8 45 „	12,470 000 „
15. „	4 0 „	7 0 „	11,230 000 „

Merkurdurchgang am 10. Mai Morgens. Für Berlin (Deutschland, und Oesterreich überhaupt) ist nur der Austritt sichtbar:

Innere Berührung des Sonnenrandes 5h 36m 53s Mg.
Aeufsere „ „ „ 5 41 54 „

(Ueber diese Erscheinung enthält unser Aufsatz im vorliegenden Hefte alles Wissenswerthe.)

Venus ist Morgenstern. Am 1. Mai ist Venus am weitesten von der Sonne.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. April	4h 0m Mg.	3h 0m Nm.	22,640 000 Meilen
1. Mai	3 30 „	3 45 „	24,800 000 „
15. „	3 15 „	4 30 „	26,570 000 „

Mars bleibt noch bis gegen 10h Abends am Abendhimmel sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. April	6h 0m Mg.	10h 0m Ab.	46,190 000 Meilen
1. Mai	5 30 „	10 0 „	47,940 000 „
15. „	5 0 „	10 0 „	49,310 000 „

Jupiter ist vor Sonnenaufgang am Morgenhimmel zu beobachten.

[1]) Die Zeiten der Auf- und Untergänge werden hier, für den praktischen Gebrauch hinreichend, nur auf Viertelstunden angegeben.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. April	4^h 0^m Mg.	2^h 30^m Nm.	113,120 000 Meilen
1. Mai	3 0 „	1 30 „	109,130 000 „
15. „	2 0 „	1 0 „	105,170 000 „

Saturn kann von Abendeinbruch bis zum Morgen verfolgt werden.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. April	2^h 30^m Nm.	4^h 15^m Mg.	172,840 000 Meilen
1. Mai	1 15 „	3 15 „	177,050 000 „
15. „	0 30 „	2 15 „	181,340 000 „

Uranus ist schon in den ersten Abendstunden sichtbar und culminirt um 11^h Nachts.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. April	7^h 15^m Ab.	5^h 30^m Mg.	350,300 000 Meilen
1. Mai	6 0 „	4 30 „	350,600 000 „
15. „	5 0 „	3 30 „	352,100 000 „

Neptun befindet sich in der Nähe von Mars und steht namentlich am 28. April Abends sehr nahe, nur $2^1/_4$ Grad südlich von diesem Planeten.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. April	6^h 45^m Mg.	10^h 30^m Ab.	613,200 000 Meilen
1. Mai	5 45 „	9 30 „	616,200 000 „
15. „	4 45 „	8 45 „	617,700 000 „

Orte der Planeten:

	Venus		Mars		Jupiter		Saturn	
	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.
13. April	23^h 1^m	— 7°23'	3^h 32^m	+ 19°40'	22^h 40^m	— 9°23'	10^h 53^m	+ 9°25'
18. „	23 23	— 5 18	3 46	+ 20 30	22 44	— 9 0	10 52	+ 9 29
23. „	23 45	— 3 9	4 0	+ 21 16	22 48	— 8 40	10 52	+ 9 33
28. „	0 7	— 0 56	4 15	+ 21 57	22 51	— 8 20	10 51	+ 9 36
3. Mai	0 29	+ 1 18	4 29	+ 22 33	22 54	— 8 1	10 51	+ 9 37
8. „	0 51	+ 3 33	4 44	+ 23 4	22 58	— 7 42	10 50	+ 9 38
13. „	1 13	+ 5 48	4 58	+ 23 30	23 1	— 7 25	10 50	+ 9 38

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

28. April I. Trabant. Verfinsterungseintritt 3^h 39^m Morg.
2. Mai II. „ „ 3 43 „

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(für Berlin sichtbar.)

		Gröfse	Eintritt	Austritt
20. April	* ν Virginis	4.4^m	7^h 16^m Ab.	8^h 25^m Ab.
25./26. „	* κ Librae	5.0	11 37 „	0 50 Mg.
12. Mai	* A Geminorum	5.5	6 50 „	7 59 Ab.

(der Austritt erfolgt 17^m nach Sonnenuntergang).

5. Orientirung am Sternenhimmel.

Um 8^h Abends befinden sich während April-Mai in Culmination die Sternbilder des grofsen und kleinen Löwen, sowie des grofsen Bären, im Aufgange sind zur selben Zeit Ophiuchus, Hercules, im Untergange stehen Theile des Stier und des Widders. Regulus ist bald nach 7^h Abends im Meridian, eine Stunde später neigen sich Aldebaran und Sirius dem Untergange zu Wega geht um 7^h Abends auf. Die folgende Tafel enthält die Culminationszeiten der hellsten Sterne zwischen 8^h Abends bis 4^h Morgens:

Culminirende Sterne	Helligkeit	Culmination am 23. April	am 1. Mai	am 8. Mai	am 15. Mai
α Leonis (Regulus) . .	1.3m	7h 57m Ab.	7h 25m Ab.	6h 58m Ab.	6h 30m Ab.
δ Leonis	2.3	9 2 „	8 31 „	8 3 „	7 36 „
β Leonis	2	9 38 „	9 6 „	8 38 „	8 11 „
β Corvi.	2.3	10 23 „	9 51 „	9 24 „	6 56 „
α Virginis (Spica) . .	1	11 13 „	10 42 „	10 14 „	9 47 „
α Bootis (Arctur) . . .	1	0 1 Mg.	11 32 „	11 5 „	10 38 „
α Librae	2.3	0 35 „	0 3 Mg.	11 39 „	11 11 „
α Scorpii (Antares) . .	1.2	2 13 „	1 41 „	1 14 Mg.	0 46 Mg.
α Ophiuchi	2.0	3 20 „	2 48 „	2 21 „	1 53 „
α Lyrae (Wega) . . .	1	4 22 „	3 51 „	3 24 „	2 57 „
α Aquilae	1.3	5 35 „	5 3 „	4 35 „	4 8 „

6. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1891 Rectas.	Declin.
V Monocer.	26. April	7m	10m	6h 17m 15s	— 2° 8.3
R Lyncis	9. Mai	8	12	6 52 19	+ 55 29.1
W Ophiuchi	17. April	9	13	16 15 32	— 7 26.7
W Herculis	20. „	8	14	16 31 21	+ 37 33.4
R Draconis	25. „	7—8	13	16 32 22	+ 66 59.2
T Serpentis	8. Mai	9—10	12	18 23 29	+ 6 13.6
S Sagittarii	19. April	10	12	19 13 3	— 19 13.5
R Delphini	22. „	8—9	12	20 9 39	+ 8 45.6
V Capricorni	19. „	9—10	14	21 1 15	— 24 21.6
T Pegasi	26. „	9	12	22 3 34	+ 12 0.3
S Aquarii	25. „	8—9	11	22 51 16	— 20 55.5

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

U Cephei . . 16. April, 21., 26., 1. Mai, 6., 11. Mttg.
U Coronae . . 19. April, 26. Ab., 3. Mai, 10. Nm.
δ Librae . . 16. April Ab., 21. Mttg., 26. Mg., 30. Ab., 5. Mai Mg., 10. Mg., 14. Ab.
S Cancri . . 19. April Mg., 28. Mttg., 7. Mai Mittern.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode.

T Monocerotis 27. April.
U Monocerotis 26. April.

7. Meteoriten.

Im Sternbilde der Leyer erreicht ein Meteoritenschwarm um den 20. April das Maximum seines Erscheinens. Von Anfang Mai bis gegen den 6. (Maximum am 6. Mai) strömen Sternschnuppen aus der Gegend von η Aquarii (Rectasc. 337°, Decl. —2°).

8. Nachrichten über Kometen.

Die Lichthelligkeit des Spitalerschen Kometen wird bis Mitte April etwa bis zu $^1/_{10}$ von jener bei der Entdeckungszeit abgenommen haben; der zweite Komet von 1890, dessen Wiederbeobachtung von verschiedenen Sternwarten gemeldet wird, sinkt bis Ende April zu $^1/_{10}$ seiner vorjährigen Helligkeit herab.

Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Beobachtungen der Erdströme auf dem Observatorium am Vesuv.

Von Prof. L. **Palmieri**, Direktor des Observatoriums am Vesuv.[1])

Wenn man in den Erdboden im gegenseitigen Abstande von etwa hundert bis tausend Meter zwei gleichartige Metallplatten versenkt und dieselben durch einen isolirten metallischen Draht verbindet, in welchen ein Galvanometer eingeschaltet ist, so zeigt dasselbe, dafs durch den Draht ein elektrischer Strom geht.

Derartige Ströme, welche zuerst Magrini um 1840 zu beobachten Gelegenheit hatte, wurden von diesem Forscher „Erdströme" genannt. Die damaligen Physiker hielten indessen in der Meinung, dafs es sich hierbei um einen gewöhnlichen galvanischen Strom handle, jene Entdeckung für wenig beachtenswerth. Bald darauf hatte man jedoch bei der Anwendung der elektrischen Telegraphie Gelegenheit, in den Telegraphendrähten Ströme von häufig so grofser Stärke zu beobachten, dafs die Apparate von selbst zu funktioniren begannen, und dafs dadurch schliefslich die Korrespondenzen verhindert oder wenigstens stark gestört wurden. Diese Stromverstärkungen in den Telegraphendrähten zeigten sich regelmäfsiger und beständiger bei dem gleichzeitigen Auftreten von Nordlichtern oder gelegentlich launenhafter und diskontinuirlicher infolge von Gewitterregen, die in der Nähe der Linie niedergingen.

Die ersten Wahrnehmungen dieser Art wurden im Jahre 1847 in Toscana gemacht, später vervielfältigten sich die Beobachtungen im Uebermafs. Es ist dabei wunderbar, dafs die durch Nordlichter verursachte Verstärkung der Erdströme in gleicher Weise, wie die magnetischen Störungen, sich auf weite Entfernungen hin bemerklich

[1]) Aus dem italienischen Original-Manuskripte übersetzt von Dr. F. Koerber.

machen kann, von denen aus das Nordlicht nicht mehr gesehen wird. Im Jahre 1859 traten in Italien telegraphische und magnetische Störungen auf, die zwar in nördlicheren Gegenden noch auffälliger gewesen wären, aber gleichwohl auch im südlichen Italien und besonders in der Nähe des adriatischen Meeres sich sehr bemerklich machten. Ich zauderte nicht, das Phänomen als Wirkung von Nordlichtern zu bezeichnen, aber da diese nicht sichtbar waren, so erschien meine Behauptung gänzlich ungerechtfertigt; als indessen nach jenem Tage der Telegraph seine regelmäfsige Thätigkeit wieder aufnahm, erfuhr man, dafs in nördlicheren Ländern Europas ziemlich glänzende Nordlichter gesehen worden waren.

Im Februar 1872 erschien ein prächtiges Nordlicht, das nicht nur von uns Italienern bewundert wurde, sondern selbst von den Bewohnern der vom mittelländischen Meere bespülten Küste Afrikas. Bei dieser Gelegenheit konnte ich mich selbst von der Wiederholung der oben angegebenen Erscheinungen überzeugen.

Die Telegraphendrähte zeigen aber auch Ströme bei Gelegenheit von Regenfällen in der Nähe der Linien und man darf nicht etwa behaupten, dafs dies keine Ströme, sondern Entladungen statischer Elektrizität seien; denn wenn Ablenkungen des Galvanometers und Magnetisirungen in Elektromagneten auftreten, dann mufs man die Existenz von Strömen anerkennen.

Diese Thatsachen lenkten die Aufmerksamkeit der Beobachter auf das von Magrini entdeckte Phaenomen, und fast alle Nationen untersuchten die Erdströme, auch zu Zeiten, wo keine Polarlichter gesehen wurden oder Gewitterregen stattfanden.

Alle Beobachter bemerkten Erdströme auch zu gewöhnlichen Zeiten, d. h. an Tagen ohne merkbare atmosphärische Störungen, aber die gewonnenen Resultate sind in Bezug auf die Richtung, Stärke und Schwankungen dieser Ströme wenig übereinstimmend. Aus diesem Grunde hatte auch ich den Wunsch, sie besonders hinsichtlich der möglichen Verwandtschaft, die sie mit der atmosphärischen Elektrizität haben könnten, zu studiren; aber es fehlten mir die Mittel. Als nun mein verstorbener Freund Prof. Carlo Matteucci Unterrichtsminister war, sprach ich ihm gegenüber diesen meinen bisher unerfüllt gebliebenen Wunsch aus und Matteucci wieder unternahm, als er nicht mehr Minister war, selbst eine mit seiner bekannten Umsicht geleitete Beobachtungsreihe, die jedoch leider von zu kurzer Dauer war.

Nach einer langen Reihe von Jahren ist nun endlich mein Wunsch erfüllt worden durch die freiwillige Initiative des Herrn Ministers der

Posten und Telegraphen Pietro la Cava und unter der erfolgreichen Mitwirkung des Abtheilungstelegraphendirektors Herrn Carlo Caccia, sowie des geschickten Telegrapheninspektors Herrn Carlo Jurgens.

Der mir zur Verfügung gestellte Draht hat zunächst in Resina Erdschlufs mittelst einer einen halben Quadratmeter grofsen quadratischen Kupferplatte, welche in eine Wassercisterne eintaucht; der Draht selbst führt dann, isolirt auf gewöhnlichen Pfählen, bis zum Observatorium und steht hier in Verbindung mit der einen Klemme eines astatischen Galvanometers mit sehr langem, doppelt isolirtem Draht. Die andere Klemme des Galvanometers wurde am Fundament des Observatoriums an der Stelle, wo der Blitzableiter zur Erde führt, mit dem Erdboden in Verbindung gesetzt. Später verlängerte ich die Leitung um einen weiteren Kilometer, indem ich ihr Ende zwei Meter unter der Erdoberfläche im Park der landwirthschaftlichen Schule zu Portici unter Anwendung derselben Kupferplatte von einem halben Quadratmeter Oberfläche versenkte, welche zuerst in der Cisterne angebracht war.

Die Richtung der Leitung ist angenähert SW—NO. Einige andere Beobachter legten die Drähte in die Richtung des magnetischen Meridians, sowie senkrecht dazu, und fanden, dafs der Erdstrom im ersteren Fall von Nord nach Süd, im letzteren von Ost nach West geht. P. Secchi dagegen fand, wenn mich mein Gedächtnifs nicht täuscht, den letzteren, von ihm als „Aequatorialstrom" bezeichneten Erdstrom von West nach Ost gerichtet, während der „Meridianstrom" auch bei ihm von Nord nach Süd verlief.

Nach denjenigen Beobachtern, welche den Aequatorialstrom von O nach W gerichtet fanden, müfste die wahre Richtung des Erdstroms von NO nach SW gehen, während indessen das Galvanometer auf dem vesuvianischen Observatorium zeigt, dafs der Strom dauernd von unten nach oben, d. h. von SW nach NO, gerichtet ist.

Dies liefs mich vermuthen, dafs, da mein Draht auf der einen Seite nahe dem Meeresniveau und auf der anderen in einer Höhe von etwa 600 Meter endete, diese aufsteigende Richtung des Erdstromes bedingt sein könnte von der erheblichen Neigung der Linie, die anfangs acht und später neun Kilometer lang war. Um aus diesem Zweifel herauszukommen, liefs ich als Verlängerung des ersten einen zweiten Draht legen, welcher vom Galvanometer ausgehend am Abhang des „fosso della vetrana" in einem etwa 80 Meter tieferen Niveau zur Erde führte. Diese Leitung hat eine Länge von etwa 180 Meter und endet im feuchten Erdboden eines Kastanienwäldchens mittelst einer der oben erwähnten gleichen Kupferplatte. Nachdem diese

Einrichtung getroffen war, zeigte, wenn ich mich des neuen Erdschlusses und des am Observatorium vorhandenen bediente, das in den neuen Stromkreis eingeschaltete Galvanometer einen dem früher beobachteten entgegengesetzt gerichteten Strom, der daher auch von unten nach oben verläuft, welches auch immer das Azimuth der Linie ist, der aber wegen der geringeren Länge des Drahtes von geringerer Stärke ist, als der andere von Portici kommende Strom. Schaltet man das Galvanometer in beide Leitungen gleichzeitig ein, so mufs sich offenbar die Differenz der beiden entgegengesetzt fliefsenden Ströme ergeben. Wenn sonach ein Draht vom Fufs eines Hügel oder eines Berges sich bis zu dessen Spitze erhebt, und, immer isolirt, in einer anderen Richtung wieder bis zum Fufse zurückgeführt ist, so könnte, wenn beide Enden des Drahtes in gute Verbindung mit dem Erdboden gesetzt sind, ein auf der Bergspitze befindliches und in den Stromkreis eingeschaltetes Galvanometer auf Null bleiben, oder es würde die Differenz anzeigen, wenn in den Strömen, die in den zwei Leitungszweigen vom Fufs des Berges nach der Spitze verlaufen, eine Prävalenz des einen vorhanden wäre.

Es mufs noch bemerkt werden, dafs jetzt die Enden der neun Kilometer langen Leitung im Boden versenkt sind in gleicher Tiefe und in Terrain, das an beiden Stellen ganz ähnlich gebildet ist aus alten vulkanischen Schuttmassen, vermischt mit vegetabilischem Humus, der von der üppigen Vegetation der Wälder herrührt, welche auf den Abhängen des prähistorischen Vulkans, d. h. des Monte di Somma, grünten.

Nach diesen Vorbereitungen haben sich vom August 1888 an, seit welcher Zeit die Beobachtungen regelmäfsig ausgeführt wurden, bis zur Gegenwart die Erdströme sowohl in dem neun Kilometer langen Draht, als auch in dem kürzeren, den ich in verschiedene Azimuthe zu legen vermochte, stets aufsteigend, d. h. von der Tiefe nach der Höhe gerichtet gezeigt. Es läfst diese Thatsache die Stromrichtungen, welche von anderen beobachtet wurden, die über die Niveaudifferenzen ihrer Linien keine Angaben machen, als ganz zweifelhaft erscheinen.

Aber aufser diesem entweder nicht bemerkten, oder doch nicht beachteten Umstand, offenbarte sich mir noch ein anderer und bedeutsamerer, in Bezug auf die durch Galvanometerablenkungen gemessenen Intensitätsschwankungen der Erdströme.

Als ich das Galvanometer in den Stromkreis einschaltete, trug ich dafür Sorge, dafs vorher der Grad seiner Empfindlichkeit bestimmt wurde, wobei ich mich zweier kleiner Platten aus Kupfer

und Zink bediente, die in Trink- oder Regenwasser eingetaucht wurden. Da ich ferner fürchtete, dafs, wenn das Galvanometer dauernd im Stromkreis eingeschaltet bliebe, der Magnetismus seiner Nadeln durch jene Entladungen gestört werden könnte, die, wie oben gesagt, bei starken Regengüssen (auch ohne Gewitter) die Drähte durchlaufen können, so traf ich die Einrichtung, dafs das Galvanometer nur bei Gelegenheit der Beobachtungen eingeschaltet wird und nur so lange im Stromkreis bleibt, bis der Zeiger eine genaue Ablesung der Ablenkung gestattet hat. Trotz alledem bemerkte ich eine allmähliche Abnahme der Schwingungsweite, welche eine starke Abnahme der Intensität der Erdströme würde baben vermuthen lassen; indem ich aber das Galvanometer wiederum mittelst des kleinen oben erwähnten voltaischen Plattenpaares prüfte, fand ich immer, dafs dasselbe an Empfindlichkeit eingebüfst hatte, weil der Magnetismus besonders der inneren Nadel merklich geschwächt worden war. Dieselben Erscheinungen zeigten sich wieder, nachdem dieses erste Galvanometer durch ein zweites, und dann noch durch ein drittes ersetzt worden war. Es ereignete sich sogar mehrmals, dafs die im Innern der Galvanometerwindungen befindliche Nadel ihren ganzen Magnetismus verlor; ja einige Male wurde sie mehr oder minder stark im entgegengesetzten Sinne magnetisirt, sodafs man hätte glauben können, dafs der Erdstrom absteigend geworden sei. Dadurch überzeugte ich mich nun, dafs das von allen Beobachtern beim Studium der Erdströme angewendete Galvanometer ein völlig unzuverlässiges Instrument ist, und dafs Gott weifs wie viele illusorische Veränderungen der Stromintensität und Richtung irrthümlicherweise den Erdströmen zugeschrieben worden sein mögen. Aus diesem Grunde ist es mir trotz etwa drei Jahre lang nicht weniger als viermal täglich fortgesetzter, andauernder Beobachtungen nicht möglich gewesen, irgend etwas über die Stärke und die Schwankungen dieser Ströme zu ermitteln; ich überzeugte mich demnach von der Nothwendigkeit, zu Apparaten zu greifen, welche Werthe liefern können, die unabhängig sind von den schwerwiegenden Unzulänglichkeiten gewöhnlicher Galvanometer, doch behalte ich mir vor, hierauf noch später zurückzukommen. Ich dachte dementsprechend an ein Elektrodynamometer, an das aperiodische Galvanometer Arsonvalle, an die Drehung der Polarisationsebene des Lichtes unter der Einwirkung elektrischer Ströme u. s. w., aber ehe ich zu einem dieser Mittel griff, erdachte ich zum Zweck vorläufiger, vorbereitender Versuche einen sehr einfachen Apparat, der, seit er zur Beobachtung benutzt wird, so gute Resultate liefert, als man sich nur

wünschen kann. Nach einiger Zeit wird es mir dadurch möglich sein, von den Variationen des Erdstromes auf Grund genauer Messungen Bericht zu erstatten. Vorläufig gebe ich eine summarische Beschreibung dieses Apparates, den ich „elektromagnetisches Rheometer“ nennen möchte, vorbehaltlich einer vollständigeren Beschreibung in einer anderen Publikation.

Ich nahm einen Stab reinen, gut geglühten Eisens von etwa einem Decimeter Länge, umwickelte denselben mit einem feinen, mit Seide umsponnenen Kupferdraht, sodafs er einen Elektromagneten bildete. Diesen brachte ich nun horizontal über einer hölzernen Basis an, und befestigte darauf einen getheilten Kreis. Mitten über dem Elektromagneten, nur wenig von ihm entfernt, befindet sich ferner eine an einem Coconfaden aufgehängte Magnetnadel. Als dieser Apparat nun mit einer Glasglocke überdeckt war, hatte ich die Genugthuung zu sehen, dafs, wenn ich mich wieder der beiden in Wasser tauchenden und mit den Spiralenenden in Verbindung gesetzten Plättchen bediente, die Nadel eine starke Ablenkung erfuhr und einen schliefslichen Ausschlag von 70^{0} gab. In diesem Instrument wird die Nadel von der Polarität des Eisenkerns der Spirale abgelenkt; sobald aber der Strom aufhört, geht die Nadel wieder genau auf Null zurück; dies beweist, dafs im Eisen kein permanenter Magnetismus zurückbleibt.

Dies ist nun der Apparat, welcher bis jetzt für seinen Zweck vollständig genügt hat und der mir Messungen der Variationen des Erdstromes möglich machen wird, deren Resultate ich nach der zur Gewinnung sicherer Schlüsse nothwendigen Zeit publiziren werde.

Es ist aber nicht ausgeschlossen, dafs ich auch Mufse finden werde, mit einem der zuerst beschriebenen Apparate zu experimentiren, denn ich habe mir vorgenommen, mehr als einen Mefsapparat in den Stromkreis einzuschalten, um dieselben mit einander zu vergleichen.

Vorderhand bleiben also zwei Dinge bewiesen: Erstens, dafs die Erdströme in gegen den Horizont geneigten Leitungen immer von unten nach oben verlaufen, welches auch immer ihr Azimuth sei; zweitens, dafs das bis jetzt zum Studium dieser Ströme angewendete Galvanometer unbedingt durch ein anderes Instrument ersetzt werden mufs und dafs daher die bis jetzt zu diesem Zweck angestellten Beobachtungen, welche ohne Rücksichtnahme auf die Höhe der Endstationen der Leitung und unter alleiniger Anwendung des Galvanometers als Messinstrument angestellt wurden, als wissenschaftlich werthlos bezeichnet werden müssen.



Wellen und Strahlen in ihrer Bedeutung für die neuere Naturforschung.[1])

Vortrag, gehalten in der Urania

von **Paul Spies.**

Seit langer Zeit sieht man es als die Aufgabe der Naturlehre an, die mannigfaltigen Erscheinungen der Natur dadurch dem Verständnifs näher zu bringen, dafs man sie auf eine Reihe von Grunderscheinungen von grofser Allgemeinheit zurückführt. Die Ursachen für solche Fundamentalerscheinungen pflegt man Kräfte zu nennen — die Schwerkraft, oder die Anziehung und Abstofsung elektrischer Theilchen mögen als Beispiele dienen — und deshalb könnten wir auch die Aufgabe der Naturlehre erblicken in der Zurückführung der Erscheinungen auf eine Reihe von Grundkräften. Indefs sieht man leicht ein, dafs uns eine solche Auffassungsweise nur wenig befriedigen würde, und zwar um so weniger, je gröfser die Anzahl jener Kräfte wäre, mit denen wir uns den Stoff in geheimnifsvoller Weise ausgestattet zu denken hätten. Es dürfte Ihnen nicht unbekannt sein, dafs aus diesem Grunde die neuere Naturwissenschaft bestrebt ist, eine einzige Erscheinung von grofser Fafslichkeit und Einfachheit als letzte Ursache aller Naturvorgänge hinzustellen, nämlich die Bewegung, mag sich nun diese Bewegung vollziehen an gröfseren Massen, oder an den kleinsten Theilchen der Körper, den Molekülen, oder endlich an den Theilchen jenes feinen, die ganze Welt erfüllenden Stoffes, des Aethers.

Die Erfolge, welche die Naturwissenschaft bei diesem Streben erzielt hat, stützen sich, wie Ihnen ebenfalls bekannt sein wird, auf die Betrachtung einer besonderen Bewegungsart, welche man Wellenbewegung oder Schwingung zu nennen pflegt.

---

[1]) Der Vortrag behandelt zum grofsen Theile einen Gegenstand, welcher schon in früheren Aufsätzen besprochen ist. Doch dürfte manchen unserer Leser die Darstellung in Form eines Experimentalvortrages erwünscht sein, zumal auch über einige neuere Versuche berichtet wird. Anm. d. Red.

Wenn ich mir deshalb vorgenommen habe, von jener allgemeinen Aufgabe der Naturwissenschaft ausgehend die speziellere Frage zu betrachten, auf welchen Gebieten der Physik diese Art der Bewegung eine Rolle spielt, so sei es mir gestattet, an jenen einfachen Vorgang anzuknüpfen, welcher der in Rede stehenden Erscheinung den Namen verliehen hat. Sie alle haben schon Wasserwellen beobachtet, wie sie bei einer Störung des Gleichgewichts ebener Wasseroberflächen eintreten, und Sie haben dabei ohne Zweifel zwei Eigenschaften einer solchen Bewegung wahrgenommen, nämlich erstens die, dafs die Bewegung sich allmählich immer weiter ausbreitet, und zweitens die andere, dafs dabei die einzelnen Wassertheilchen sich nur wenig von der Stelle entfernen, an der sie ursprünglich lagen, dafs vielmehr die Wassertheilchen fast lediglich auf und ab schwingen, während sie die Fortpflanzung vermitteln, dafs mit anderen Worten an einer bestimmten Stelle ein periodisch wechselnder Zustand vorliegt. Wir können die Erscheinung leicht durch einen Versuch nachahmen, welcher uns dann auch weiter führen wird.

Sie sehen hier ein ausgespanntes Gummiseil. Bringe ich an dem einen Ende eine Gleichgewichtsstörung hervor, dadurch, dafs ich einen Schlag auf dasselbe ausführe, so beobachten Sie erstens die Fortpflanzung der Ausbiegung und zweitens ist es wohl selbstverständlich, dafs dabei kein Theilchen sich von seiner Ruhelage weit entfernt. Und nun können Sie eine weitere Erscheinung beobachten. Die Gleichgewichtsstörung ist mit dem Auftreffen auf den festen Endpunkt nicht abgethan, sie wird vielmehr zurückgeworfen und gelangt wieder bis zu mir. Wir haben hier die Reflexion einer Welle vor uns, eine Erscheinung, die Sie auch bei Wasserwellen beobachten können, und auf welche ich noch einmal zurückkommen werde. Ich will jetzt das eine Ende des Seils in die Hand nehmen und mehrere Erschütterungen nacheinander aussenden, so dafs den reflektirten Störungen fortwährend neue begegnen. Sie sehen, welcher Art der Erfolg ist. Das ganze Seil schwingt auf und ab; Sie nehmen keine Fortpflanzung der Seilwelle mehr wahr. Vielmehr ist eine stehende Schwingung, eine stehende Welle entstanden, erzeugt durch das Zusammenwirken der drüben zurückgeworfenen und der von dieser Seite ausgehenden neuen Wellen. — Es ist leicht zu bewirken, dafs die zurückkehrende Welle auf ihrem Wege zweimal einer neuen begegnet, ich brauche dazu blos meine Hand doppelt so schnell zu bewegen. Ich erziele so eine Theilung des Seils in zwei Theile. Sie sehen, dafs ein Aufwärtsschwingen des einen von einem Abwärts-

schwingen des anderen Theiles begleitet ist und umgekehrt; die Mitte bleibt fast völlig in Ruhe. Jetzt bei noch schnellerem Tempo der Bewegung schwingt das Seil in drei, und nun endlich in vier Theilen, so dafs wir zwei, bezw. drei im Ruhezustande verbleibende Punkte haben.

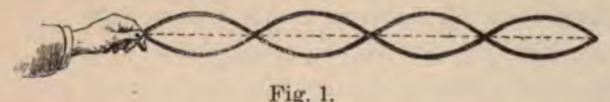


Fig. 1.

Wollen wir nunmehr einige Begriffe festlegen, so haben wir neben den Bezeichnungen Wellenberg und Wellenthal, deren Bedeutung im Hinblick auf die Wasserwelle wohl selbstverständlich ist, den Begriff Strahl. Man versteht darunter lediglich die Richtung, nach welcher sich die Bewegung fortpflanzt. Dieselbe war in unserem Falle gegeben durch die Richtung des Seils. Wasserwellen sind im einfachsten Falle ringförmig, die Ausbreitung erfolgt nach allen Seiten hin über die Wasseroberfläche; die Strahlen, wenn wir von solchen sprechen wollen, würden also angeordnet sein wie die Speichen eines Rades. In beiden Fällen steht die Richtung, in welcher die Schwingung erfolgt, senkrecht auf der Fortpflanzungsrichtung, wir haben Querschwingungen, Transversalwellen. Unter einer Wellenlänge versteht man in der Regel die Länge von Wellenberg und Wellenthal zusammen genommen, so dafs also vorhin, als das Seil in zwei Theilen schwang, seine Länge eine Wellenlänge darstellte.

Die in Ruhe bleibenden Punkte nennt man Knoten, die dazwischen liegenden Stellen stärkster Bewegung Schwingungsbäuche. Die Messung der Wellenlänge, die ja hier sehr einfach gewesen sein würde, erfolgt ganz allgemein in der Weise, dafs man die Entfernung zweier aufeinander folgenden Knoten, oder was ja auf dasselbe hinauskommt, zweier Schwingungsbäuche ermittelt; diese ist dann gleich der halben Wellenlänge. Wir werden hiervon noch Gebrauch zu machen Gelegenheit haben.

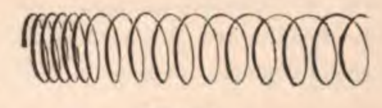


Fig. 2.

Zunächst aber liegt es mir ob, Ihnen eine andere Art von Wellen vorzuführen. Sie sehen hier eine Wellenmaschine, deren Haupttheil eine zwei Meter lange, an Fäden hängende Spiralfeder (Fig. 2) bildet. Damit Ihnen die Bewegungen dieser Feder deutlich sichtbar sind, ist an jeder Windung eine polirte Kugel angebracht, auf welche ich einen Lichtstrahl aus der elektrischen Lampe fallen lasse. Wenn ich mit der Hand gegen das eine Ende schlage, dränge ich die Windungen an

demselben näher zusammen; ich bringe eine Anhäufung, eine Verdichtung hervor. Wenn sich die Windungen wieder ausdehnen, drücken sie auf ihre Nachbarn, und deshalb pflanzt sich eine solche Gleichgewichtsstörung ebenfalls fort. Jede einzelne Kugel macht aber lediglich eine Hin- und Herbewegung um ihre Gleichgewichtslage. Sie sehen, wenn wir auch von einer Wellenform nichts wahrnehmen, so stimmt die Erscheinung doch mit der vorher betrachteten insofern überein, als sie jene beiden Eigenschaften der Wellenbewegung aufweist. Diese Aehnlichkeit würde noch gröfser werden, wenn wir den Zustand der Spiralfeder auch quantitativ untersuchen, also feststellen wollten, wie sich der Grad der Zusammendrückung bei den verschiedenen Windungen abstuft. Auch stehende Wellen können wir hier erzeugen. Sie sehen, dafs ich die Spiralfeder, welche jetzt an dem einen Ende durch eine Klammer festgehalten wird, derartig in Schwingungen versetzt habe, dafs sie als Ganzes hin und her schwingt. Der feste Endpunkt bildet einen Schwingungsknoten, das freie Ende, welches die stärkste Bewegung zeigt, einen Schwingungsbauch. Jetzt wiederum sehen Sie die Spirale in Theilen schwingen, nämlich so, dafs ein Drittel von dem freien Ende entfernt ebenfalls ein Knotenpunkt auftritt. Der Abstand dieses Punktes von dem festen Ende entspricht einer halben Wellenlänge. Beachten Sie, dafs die Knotenpunkte zwar still stehen, aber in regelmäfsiger Folge Anhäufung und Mangel an Windungen, Verdichtung und Verdünnung aufweisen, während in den Bäuchen, den Stellen stärkster Bewegung, die Windungen stets den gleichen Abstand behalten. Da hier die Bewegung der Theilchen mit der Fortpflanzungsrichtung übereinstimmt, nennt man diese Welle eine longitudinale, eine Längswelle.

Haben wir uns so über die wichtigsten Punkte aus dem Gebiete der Wellenlehre geeinigt, so können wir nunmehr dazu übergehen, die Wichtigkeit der herausgestellten Begriffe für die Lehre vom Schall nachzuweisen. Wenn die Luft die Fortpflanzung des Schalles vermittelt, so schwingt sie dabei in ganz ähnlicher Weise, wie es vorhin diese Spiralfeder that. Ich möchte Ihnen diesen Zustand der Luft einmal an einer gröfseren Luftsäule, nämlich an der Luft in dieser 220 cm langen gläsernen Orgelpfeife nachweisen. Wenn ich einen Ton auf dieser Pfeife anblase, so erzeuge ich in ihr stehende Wellen mit Schwingungsknoten und Schwingungsbäuchen.

Wollten wir ein kleines Barometer in die Pfeife hineinbringen, so würde uns dasselbe, wenn es sich an den Schwingungsbäuchen befände, keine Veränderung des Luftdruckes anzeigen können, weil

hier starke Bewegung, aber geringe Verdichtung oder Verdünnung vorliegt. Aber auch in den Schwingungsknoten würde es keinen Ausschlag geben; denn Verdichtung und Verdünnung folgen sehr schnell auf einander — bei dieser Pfeife 300 mal in einer Secunde — so dafs das Barometer nicht so schnell würde folgen können. Ich habe nun mit diesem Schlauche, welcher zu dem Barometer führt, ein kleines Ventil[1]) verbunden, so dafs im Augenblicke einer Luftverdichtung zwar Luft eindringt, dafs sie aber bei der Luftverdünnung nicht wieder ausströmen kann. Mit diesem Ventil wollen wir einmal die Röhre absuchen. Sie sehen, das Barometer, zu welchem der Schlauch führt, reagirt jetzt sehr stark auf den Ton, das Ventil liegt in einem Schwingungsknoten. Ich ziehe es weiter vor. Unser Barometer zeigt keinen Ausschlag, das Ventil liegt in einem Schwingungsbauche. Hier ist wieder ein Schwingungsknoten, und hier, bei weiterem Vorrücken, finden wir wieder einen Schwingungsbauch, so dafs wir, wie Sie sehen, den Zustand der Luftsäule untersucht haben. In dieser Weise vertheilt sich der Luftdruck natürlich nur gerade bei dem Ton, welchen ich soeben erzeugte. Bei einem anderen Ton haben wir eine andere Wellenlänge, und eine andere Lage der Schwingungsknoten und -Bäuche. Das Barometer, welches in der letzten Lage des Ventils nicht beeinflufst wurde, bewegt sich wieder, sowie ich einen höheren Ton anblase. Wir sind hier mit Leichtigkeit im stande, die Wellenlänge zu messen. Der Abstand dieser beiden auf einander folgenden Schwingungsbäuche — eine Entfernung von 55 cm — giebt mir wie vorhin bei der Seilwelle die halbe Wellenlänge, so dafs die ganze Wellenlänge $1\,{}^1/_{10}$ m beträgt. Ich will Sie hier auf den wichtigen Zusammenhang zwischen Fortpflanzungsgeschwindigkeit, Zahl der Schwingungen und Wellenlänge hinweisen. Denken Sie sich, ich hätte bei Wasserwellen in einem Gefäfse beobachtet, dafs sie sich in einer Secunde 10 m weit fortpflanzen, und ich hätte ferner gesehen, dafs an einem festen Beobachtungspunkte im Laufe dieser Zeit fünf Wellen nacheinander auftreten, so vertheilen sich offenbar fünf Wellen auf einen Raum von 10 m, und daraus ergiebt sich die Länge jeder einzelnen Welle zu 2 m. So kann man überhaupt, wenn man von den drei Gröfsen, Fortpflanzungsgeschwindigkeit, Schwingungszahl und Wellenlänge, zwei kennt, die dritte berechnen. Wir können z. B. aus der gefundenen Wellenlänge und der Schwingungszahl, welche ich angab (diese Schwingungszahl ist vorher mittelst einer Sirene bestimmt worden),

[1]) Ventilmanometer nach Kundt.

die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles berechnen, indem wir $1^1/_{10}$ m mit 300 multipliciren. Es ergiebt sich die bekannte Geschwindigkeit von 330 m pro Secunde. Auch hiervon werden wir Gebrauch machen.

Wenn die durch einen tönenden Körper hervorgerufenen Schwingungen einen anderen elastischen Körper treffen, so versetzen sie ihn ebenfalls in Erschütterungen. Sie wissen, dafs man hiervon bei dem Phonographen Gebrauch macht. Besonders stark werden diese Bewegungen, wenn der beeinflufste Körper Schwingungen von derselben Zahl zu machen im stande ist, wie der ursprünglich tönende Körper, wenn er mit anderen Worten auf denselben Ton abgestimmt ist. Man nennt dieses Mitschwingen die Resonanz. Es zeigt sie Ihnen ein Stimmgabelpaar, welches in unserem Saale aufgestellt ist. Ich will Ihnen die Erscheinung hier in der Weise zeigen, dafs ich an die eine Stimmgabel ein kleines Pendelchen hänge; Sie sehen das Bild der Stimmgabelzinken und des Pendelchens in starker Vergröfserung auf diesem Schirm. Streiche ich die andere Stimmgabel mit dem Violinbogen, so tönt auch jene; Sie hören das jetzt und Sie sehen, wie die Stimmgabelzinke das Pendelchen abschleudert. Und nun bitte ich Sie folgende Ueberlegung anzustellen: Versetzen Sie sich einmal für den Augenblick in die nicht gerade angenehme Vorstellung, dafs uns allen die Gabe des Gehörs versagt sei, dafs wir aber wüfsten, eine solche elastische Gabel, die wir dann natürlich nicht Stimmgabel nennen würden, macht Schwingungen, und dafs wir untersuchen wollten, ob diese Schwingungen einer Fernwirkung durch den lufterfüllten Raum hindurch fähig wären. Da könnten wir mit einer zweiten, jener ersten entsprechenden Gabel den Raum absuchen, und wir würden die Wirkung des Tones nachweisen können, ohne dafs wir ihn hören. Bei den elektrischen Schwingungen, von welchen noch die Rede sein soll, fehlt uns ein besonderes Sinnesorgan zur Wahrnehmung derselben, und deshalb hat man die Fortpflanzung solcher Schwingungen vielfach mit Hülfe von elektrischen Resonatoren untersucht.

Ich möchte Ihnen mit diesem Stimmgabelpaar noch einen anderen Versuch zeigen, welchen man in der Weise anstellt, dafs man zwei Wellensysteme von verschiedener Wellenlänge, oder, was dasselbe ist, von verschiedener Schwingungszahl erzeugt. Ich erreiche das einfach dadurch, dafs ich die eine der Stimmgabeln durch ein kleines Gewicht beschwere; sie schwingt dann langsamer als die andere. Nehme ich nun an, dafs die eine etwa 100, die andere 99 Wellen in der Sekunde aussende, so treffen in einem bestimmten Momente, etwa zu Beginn

einer Sekunde genau gleichzeitig zwei Luftverdichtungen an Ihr Ohr. Eine halbe Sekunde später, wenn die erste Gabel genau 50, die andere 49 $^1/_2$ Schwingungen vollendet hat, gelangt von jener wiederum eine Luftverdichtung, von dieser hingegen eine Luftverdünnung an Ihr Ohr, und erst am Ende der Sekunde, wenn die eine Stimmgabel genau 100, die andere genau 99 Schwingungen vollendet hat, beeinflussen beide Ihr Ohr wieder in gleicher Weise. Es ergiebt sich hieraus, dafs in der Mitte jeder Sekunde die Gesamtwirkung auf Ihr Ohr eine erheblich schwächere ist, während am Ende jeder vollen Sekunde die Wirkung am stärksten wird. Der Ton wird also in jeder Sekunde einmal an- und abschwellen. Sie hören das jetzt: Sie hören Tonstöfse oder Schwebungen, welche natürlich schneller aufeinander folgen, wenn der Unterschied der beiden Schwingungszahlen ein gröfserer ist, wie z. B. jetzt. Diese Erscheinung beruht also auf dem Zusammenwirken, der Interferenz zweier Wellensysteme. Solche Interferenzen sind offenbar ein charakteristisches Merkmal für die Wellennatur einer Erscheinung.

Ich deutete vorher schon an, dafs von der Schwingungszahl die Tonhöhe abhängig sei. Es ist das vielleicht die dem Laien bekannteste physikalische Thatsache; Sie wissen, dafs langsame Schwingungen tiefe, schnelle Schwingungen hohe Töne erzeugen. Aber nicht immer, wenn wir regelmäfsige Schwingungen erzeugen, nehmen wir wirklich einen Ton wahr; denn das setzt ja eine bestimmte Fähigkeit unseres Sinnesorgans voraus, eine Fähigkeit, welche wir nicht besitzen gegenüber allzu langsamen und allzu schnellen Schwingungen. In unserem Saale finden Sie eine Stimmgabelreihe, welche gestattet, Schwingungen bis zu der Zahl von 50000 pro Sekunde zu erzeugen. Bei dieser, oder wenigstens bei einer etwas gröfseren Schwingungszahl, vernimmt unser Ohr nichts mehr. Wie weit überhaupt eine Steigerung der Schwingungszahlen in dieser Weise möglich ist, läfst sich nicht sagen. Erheblich schnellere Schwingungen nehmen wir wahr nicht an gröfseren Massen, wie Stimmgabelzinken und dergl., sondern an den kleinsten Theilchen der Körper, den Molekülen, Schwingungen, welche eben deswegen so schnell vor sich gehen können, weil kleine Theile um kleine Strecken bewegt werden. Es sind das, wie Sie wissen, die Schwingungen der Wärme und des Lichtes. Die Wellenlängen dieser Schwingungen haben ungefähr die Gröfse von einigen Zehntausendsteln eines mm, die längsten allerdings eine solche von einigen Tausendsteln eines mm, so dafs die kleinsten Lebewesen, welche wir kennen, die Bakterien und Kokken etwas kleiner sind,

als die gröfsten dieser Wellen. Es würde mich zu weit führen, wenn ich aus dem Gedanken, dafs die Erscheinungen der Wärme und des Lichtes auf Schwingungen zurückzuführen sind, auch nur die wichtigsten Folgerungen ziehen wollte, welche die Wissenschaft aus ihm gezogen hat. Die Auswahl, welche ich treffen mufs, möge sich erstrecken bei den Wärmewellen auf die Reflexion. Das wichtigste Gesetz über die Zurückwerfung ist den Wasserwellen, den Schallwellen und den soeben erwähnten Wellen gemeinsam. Es ist dies das Gesetz, nach welchem die Richtung, in der ein Wellensystem von einer Fläche zurückgeworfen wird, mit dieser denselben Winkel bildet, wie die Richtung, in der die Wellen ankamen. Die beste Veranschaulichung liefert Ihnen ein Körper, welcher gegen eine elastische Wand geschleudert wird, z. B. ein Ball, welcher sich auf dem Billard bewegt. Es kann nicht schwer sein, unter Zugrundelegung dieses Gesetzes eine Fläche derartig zu konstruiren, dafs sie Strahlen konzentrirt.

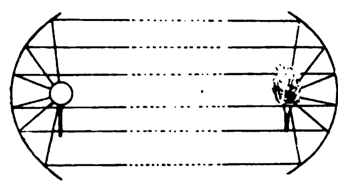


Fig. 3.

Das leistet z. B. für die Schallstrahlen das Hörrohr. Sie sehen hier ein paar Spiegel, mit deren Hülfe man eine ähnliche Wirkung erzielen könnte. Wenn wir vor dem Mittelpunkte des links stehenden Spiegels Schallwellen erregen, so werden dieselben, vermöge der besonderen Bauart des letzteren so zurückgeworfen, dafs sie sämtlich parallel fortschreiten. Sie treffen dann auf jenen 6 m entfernten Spiegel, werden dort ein zweites Mal zuückgeworfen, und vereinigen sich so sämtlich vor seinem Mittelpunkte. Die beiden einander entsprechenden Punkte, deren Lage sich aus der Konstruktion des Spiegels ergiebt, nennt man die Brennpunkte. Wir wollen den Versuch für Wärmestrahlen ausführen, indem wir eine glühende Kugel in den einen Brennpunkt legen. Eine leicht entzündliche Substanz, welche in dem Brennpunkte des zweiten Spiegels liegt, flammt, wie Sie sehen, sofort auf. Wollte ich Sie nun wirklich davon überzeugen, dafs das Gesetz der Zurückwerfung für diese Wärmestrahlen dasselbe ist wie für Schallstrahlen, so müfste ich nunmehr eine Schallquelle in dem einen Brennpunkte anbringen, und Sie bitten, einzeln heranzutreten und sich davon zu überzeugen, ob der Schall in dem anderen deutlich konzentrirt wird. Ich denke, Sie werden mir die Ausführung dieses Versuches erlassen.

Die Lichtstrahlen haben dieselben Eigenschaften wie die Wärmestrahlen, ihre Wellen sind nur etwas kürzer, die Schwingungen folgen etwas schneller aufeinander; wir haben gewissermafsen höhere Töne

in der Tonscala vor uns. Für uns Menschen aber bieten sie eine gröſsere Mannigfaltigkeit dar, insofern wir durch ein wunderbares Sinnesorgan in den Stand gesetzt sind, eine ganze Reihe von diesen Tönen, nämlich die verschiedenen Farben, von einander zu unterscheiden. Die Behauptung, daſs wir hier thatsächlich Wellen im Aether vor uns haben, hat ihre Hauptstütze in der Thatsache, daſs wir mannigfaltige Interferenzerscheinungen nachweisen können, und wir wollen einige dieser Erscheinungen betrachten, nämlich die Interferenzen, wie sie sich bei dem polarisirten Lichte zeigen. Was man unter solchem Lichte zu verstehen hat, machen wir uns am besten an der Seilwelle klar. Denken Sie sich, daſs ich das Seil im bestimmten Takte geschwungen hätte, aber einmal aufwärts und abwärts, also in einer senkrechten Ebene, ein zweites Mal nach rechts und links, also in einer wagerechten Ebene. Offenbar müssen diese beiden Wellensysteme trotz ihrer gleichen Wellenlänge verschiedene Eigenschaften zeigen, wenn man sie von einem bestimmten Standpunkte aus betrachtet. Sie sehen, daſs derartige Modifikationen eines solchen Versuches nur möglich sind bei einer transversalen Welle, und nicht etwa bei den longitudinalen Schwingungen der Spiralfeder Aus der Lampe tritt augenblicklich ein Lichtstrahl, welcher jenen Lichtkreis auf dem Schirm erzeugt.[2]) Die Schwingungen, welche den Strahl ausmachen, sind transversal; es ist aber augenblicklich keine der Ebenen, welche Sie sich durch den Strahl gelegt denken können, vor der anderen bevorzugt. Die Schwingungen finden in allen Richtungen statt, welche auf der Strahlenrichtung senkrecht stehen. Solche Lichtstrahlen nennt man unpolarisirte. Mit Hülfe eines besonderen optischen Apparates, welcher aus einem Krystall angefertigt ist, einem sogenannten Nicolschen Prisma, kann ich diesen Strahl polarisiren. Die Schwingungen finden jetzt sämtlich in einer Ebene statt, nehmen Sie an in derjenigen, welche der an dem Prisma angebrachte Zeiger angiebt, also in einer senkrechten Ebene; andere Schwingungen läſst ein solches Prisma nicht durch. Sie sehen, an der Lichterscheinung auf dem Schirm ist scheinbar keine Veränderung vorgegangen. Füge ich nun ein zweites derartiges Prisma ein, so läſst es die Strahlen ebenfalls hindurch, weil die Richtung der beiden Zeiger übereinstimmt, weil die aus dem ersten Prisma herausgetretenen Strahlen das zweite in günstiger Stellung treffen. Drehe ich aber das

[2]) Eine Figur, welche den im Laufe des Vortrags vielfach benutzten Apparat in der hier besprochenen Anordnung darstellt, wird in der Fortsetzung (im nächsten Heft) erscheinen.

zweite Prisma, so wird das Licht schwächer und schwächer und jetzt ist es ganz ausgelöscht, da, wie Sie an den Zeigern sehen, die Schwingungsebenen aufeinander senkrecht stehen. Ich bringe zwischen die gekreuzten Prismen ein dünnes Blättchen aus durchsichtigem Gyps. Sie sehen, dafs wieder Licht auftritt, aber diesmal farbiges Licht. Diese merkwürdige Erscheinung ist die Wirkung einer eigenthümlichen Eigenschaft solcher Krystalle, das Licht doppelt zu brechen, d. h. einen in sie eintretenden Lichtstrahl in zwei Strahlen zu zerlegen. Jeder dieser beiden Strahlen, welche übrigens sehr nahe neben einander verlaufen, hat seine bestimmte Schwingungsebene. Ich habe nun das Blättchen so eingeschoben, dafs diese beiden Schwingungsebenen schiefe Winkel bilden mit der Schwingungsebene des ersten Prismas, folglich kann das durch das Prisma polarisirte Licht das Blättchen durchsetzen. Da aber die Schwingungsebenen des Lichtes nach dem Durchgang durch das Blättchen auch mit der Ebene des zweiten Prismas keine rechten Winkel bilden, hindert dieses die weitere Fortpflanzung des Lichtes nicht. Hierdurch ist erklärt, warum das Gypsblättchen gewissermafsen eine Brücke zwischen den gekreuzten Prismen bildet. Dafs hier Farben auftreten, ist eine Folge der Interferenz jener beiden in den Gypsblättchen erzeugten Strahlen. Ebenso wie das Zusammenwirken der Schallstrahlen, welche von dem Stimmgabelpaar ausgingen, sich abhängig zeigte von den Schwingungszahlen der betreffenden Töne, so ist das auch bei diesen Lichtstrahlen der Fall. So können Sie sich wenigstens eine ungefähre Vorstellung davon machen, dafs von den verschiedenen in dem weifsen Lichte der Lampe enthaltenen Schwingungssystemen, d. h. von den verschiedenfarbigen Strahlen, bei einigen durch die Interferenz eine Vernichtung, bei anderen hingegen eine Verstärkung eintreten kann. Geben wir den Nicolschen Prismen statt der gekreuzten Stellung die parallele, so tritt statt der grünen Färbung, welche Sie vorhin sahen, dieses lebhafte Roth auf; es ist das, wie Sie wissen, die komplementäre Farbe zum Grün d. h. diejenige, welche es zu Weifs ergänzt. Was für eine Farbe auftritt, hängt ferner wesentlich von der Dicke des Gypsblättchens ab. Da dieselbe bei dem benutzten Krystallblättchen überall dieselbe war, zeigte auch unser Gesichtsfeld überall dieselbe Farbe. Wenn ich aber die Lichtstrahlen durch eine Linse konzentrire, so dafs dieselben den Krystall, welchen ich jetzt benutze, nicht alle unter demselben Winkel durchsetzen (wie das Fig. 4 darstellt), so leuchtet ohne weiteres die Möglichkeit ein, ein buntes Bild auf dem Schirme zu erhalten. Alle

Strahlen, welche von dem mittelsten gleich weit abstehen, legen in dem Krystall dieselbe Strecke zurück, für sie ist er gleich dick, und die Folge ist, dafs wir ein Bild erhalten, in welchem die einzelnen Farben konzentrische Ringe bilden. Hiermit ist allerdings die Erscheinung durchaus noch nicht vollständig erklärt; im besonderen fehlt die Angabe des Grundes, warum das Ringsystem (Fig. 5) von einem dunklen Kreuze durchsetzt ist. Ich beabsichtige auch nicht, hierauf näher einzugehen; ich möchte Ihnen zunächst noch zeigen, dafs auch hier eine in jeder Beziehung komplementäre Erscheinung auftritt, wenn wir die Nicolschen Prismen nicht gekreuzt, sondern parallel stellen. Vor allem aber kommt es mir auf Folgendes an: Alle diese Erscheinungen, deren Erklärung ich eigentlich nur angedeutet habe, lassen sich theoretisch vollkommen verfolgen. Schneidet man eine Krystallplatte in bestimmter Weise, läfst man Lichtstrahlen unter bestimmten Winkeln in dieselbe eintreten und überlegt nun, in welcher Weise die durch Doppelbrechung entstehenden Wellensysteme interferiren, so kann man sich ein Bild der Gesamtwirkung konstruiren. Das Experiment bestätigt die Rechnung stets, ja es giebt eine Reihe von Erscheinungen, welche, genau wie einst der Planet Neptun, erst durch die Rechnung, dann durch die Beobachtung nachgewiesen worden sind. Es ist klar, dafs diese Thatsachen der der Rechnung zu Grunde gelegten Annahme, der Wellentheorie, einen aufserordentlich hohen Grad von Wahrscheinlichkeit verleihen.

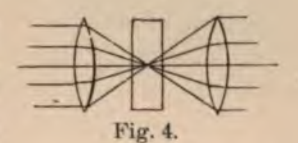

Fig. 4.


Fig. 5.

Der berühmteste Versuch dieser Art ist wohl der von Faraday herrührende, durch welchen dieser Forscher zum ersten Male eine merkwürdige Beziehung zwischen Licht und Elektrizität nachwies. Er zeigte, dafs die Schwingungsebene des Lichtes durch den elektrischen Strom gedreht werden kann, und ich möchte es mir nicht versagen, Ihnen auch diesen Versuch noch vorzuführen. Ich lege dazu ein Stück Glas in eine Drahtspirale und bringe es zwischen die gekreuzten Nicolschen Prismen. Sie sehen, das Gesichtsfeld bleibt dunkel. Leiten wir mit Hülfe der Spirale einen kräftigen elektrischen Strom um das Glasstück, so erhält es die merkwürdige Fähigkeit, genau wie vorhin

das Gypsblättchen, den Uebergang des Lichtes wieder zu ermöglichen. Sie sehen, das Gesichtsfeld wird hell und dunkel, so wie ich diese Drahtleitung schliefse oder unterbreche. Wir haben dieselbe Wirkung wie bei dem Gyps, aber eine andere Ursache. Ich sagte ja, dafs das Glas die Fähigkeit erhält, die Schwingungsebene zu drehen; eine genauere Untersuchung der vorliegenden Erscheinung würde das bestätigen. Dafs eine solche Drehung hinreicht, um dem Lichte wieder den Durchgang durch das zweite Prisma zu gestatten, ist wohl ohne weitere Auseinandersetzung klar.

Diese Erscheinung wurde von Faraday, einem der gröfsten Physiker, welche je gelebt haben, entdeckt, gerade weil er von dem Gedanken ausging, es müsse zwischen den Erscheinungen des Lichtes und der Elektrizität Beziehungen geben, und sie liefert auch thatsächlich einen glänzenden Beweis dafür, dafs die Natur es liebt, Brücken zu schlagen zwischen den verschiedenen grofsen Gebieten ihrer Erscheinungen. Dafs diese Beziehungen sich noch viel weiter verfolgen lassen, ahnte Faraday, und es wird nunmehr in dem zweiten Theile meines Vortrages die Aufgabe an uns herantreten, näher auf diesen Gegenstand einzugehen. Sie werden dann sehen, dafs der von uns zu Grunde gelegte Begriff der Welle uns ein Stück Weges weiter zu führen vermag.

(Schlufs folgt).





Alte Spalten im grönländischen Binneneise. Die Nunataks im Hintergrunde.



Die Eisdecke Grönlands als ein Rest der Glacialzeit unserer nördlichen Erdhälfte.

Von Dr. H. **Rink** in Christiania.

(Schlufs.)

Nachdem wir jetzt die Gröfse der Eisberge und die Art ihrer Entstehung besprochen, fragt es sich zunächst, wie viele derselben, oder richtiger, wie viel Gletschereis oder Kalbeis jährlich von einem bedeutenden Eisfjorde, wie dem von Jakobshavn, ausgestofsen wird. Es wurde dieses zunächst durch einen Ueberschlag der die Mündung passirenden Massen auf Grundlage der zufälligen Erfahrungen der Einwohner versucht. Es gab aber eine weit zuverlässigere und dabei instruktivere Methode für eine derartige Berechnung, nämlich die Messung der Schnelligkeit, mit welcher der Gletscher sich ins Meer hinausschiebt, und Zusammenstellung derselben mit der Gröfse seines Querdurchschnittes. Die Lösung dieser Aufgabe haben wir für Jakobshavn zwei Reisenden zu verdanken, deren Arbeiten, in Verbindung mit den weiter nördlich von Steenstrup und Ryder ausgeführten, Resultate lieferten, die in der Lehre von den Gletschern bisher unerhört waren. Den Anfang machte der oben genannte Geologe Helland, der seine Messungen in den Tagen vom 7. bis 9. Juli 1875 ausführte, und die weitere Forschung wurde vom Marineoffizier R. Hammer ausgeführt, indem dieser in Jakobshavn für diesen Zweck überwintert, den Gletscher zu verschiedenen Zeiten des Jahres beobachtet, und eine Monographie des ganzen Eisfjordes mit seiner Umgebung, Tiefe, Strömungen, Salzgehalt in Verbindung mit anderen physischen Untersuchungen geliefert hat. Die Hauptresultate aller dieser Forschungen waren folgende: Der Gletscher hat eine Breite von ungefähr $^3/_4$ Meilen und eine wahrscheinliche Dicke in seiner Mitte von wenigstens 800 bis 1000 Fufs. Seine mittlere Partie bewegte sich sowohl im Juli als am Ende des Winters mit einer mittleren Schnelligkeit von 50 Fufs in 24 Stunden, die gröfste beobachtete war 62 Fufs. Man hat darnach berechnet, dafs durch einen Quer-

schnitt alle 24 Stunden zwischen 400 und 500 Millionen Kubikfufs Eis passiren, mit andern Worten, der Gletscher liefert das Material zu einem grofsen Eisberge täglich. Für das ganze Jahr würde das so passirende Stück, aufs Land gelegt, einen Berg von 13 000 Fufs Breite, 14 000 Fufs Länge und 800 bis 1000 Fufs Höhe bilden. Ferner ist nachgewiesen worden, dafs der äufserste, vom Wasser getragene Theil veränderlich ist; indem der Rand unaufhörlich vorgeschoben wird, bricht er zu ganz unbestimmten Zeiten durch Kalbungen ab. Der Grundrifs zeigt, wie die Lage des Randes in 32 Jahren nach 5 Beobachtungen, nämlich 1851, 1875, 1879, 1880 und 1883, variirt hat. Es folgt wohl von selbst, dafs diese Veränderlichkeit mit dem Fortschreiten und Zurückweichen anderer Gletscher, die nicht das Meer berühren, nichts gemein hat.

Die Beobachtungen Hellands und Hammers sind alle von der Südseite des Fjordes aus angestellt. Verfasser dieses Artikels besuchte dieselbe Gegend im Frühjahr 1851, mit Hundeschlitten von Klaushavn ausgehend, über die ebene Eisdecke des südlichen Seitenarms und dann wieder über Land das Ziel der Reise erreichend. Wir trafen hier auf ein kleines eingeschlossenes Wasser, das am anderen Ende vom Gletscher begrenzt war und ganz das Aussehen eines Landsees hatte. Als wir aber näher kamen, zeigte es sich nicht allein, dafs die schwarzen Flecken, die auf dem Eise desselben zerstreut lagen, Seehunde waren, sondern auch, dafs das Gewässer der Ebbe und Fluth unterworfen war. Es war also deutlich genug, dafs wir hier eine durch den Gletscher vom Hauptfjord abgeschnittene kleine Seitenbucht vor uns hatten. Dafs die hier vorkommenden Seehunde durch ihre Löcher aufs Eis gekrochen waren, war nicht zu verwundern, denn es war der schönste Tag im Mai, den man sich wünschen konnte, und das ist recht die Jahreszeit, in der diese Thiere es lieben, in der Sonnenwärme sich zu strecken und auszuruhen. Aber wie diese abgeschlossene Kolonie derselben dahin gekommen war, schien nicht leicht zu erklären, denn eine Kommunikation mit dem Hauptfjord unter dem Gletscher zu benutzen, war ja für sie unmöglich. Indessen befanden die Thiere sich hier scheinbar im besten Wohlsein; ein geschossenes Exemplar derselben, welches besonders den Schlittenhunden willkommen war, zeigte sich dick und fett. Als Helland 24 Jahre später diesen Ort besuchte, war die kleine Bucht noch ebenso durch den Gletscher verschlossen und von Seehunden bewohnt. Die Bewegung des Gletschers ist hier wegen der unmittelbaren Berührung mit dem Lande gering; nur durch einen knitternden

Laut, der indessen auch von der Wärme herrühren mag, theilweise aber wie Pistolenschüsse hörbar ist, daneben ab und zu durch Herabfallen der auf dem mächtigen Eiswalle aufgethürmten losen Massen giebt sie sich zu erkennen. Das Vorkommen der Seehunde verblieb noch unerklärt, bis endlich durch Hammers Besuch im September 1879 das Räthsel gelöst wurde. Er fand nämlich die Verbindung mit dem Hauptfjord ganz offen, der Eiswall war durch das Zurücktreten des Gletscherrandes verschwunden, und es zeigte sich also, dafs die Mündung dieses kleinen Seitenarms im Laufe der Jahre sich abwechselnd öffnen und schliefsen kann.

Der mitfolgende Grundrifs[1]) ist der Karte Hammers entlehnt und möge mit der beigefügten Erklärung als weitere Beschreibung dienen. Was hier vom Jakobshavner Fjord gesagt ist, läfst sich mehr oder weniger auf die Eisfjorde im allgemeinen anwenden. Der Unterschied besteht hauptsächlich in dem Grade der Produktivität, sowie auch zum Theil in der Beschaffenheit des Meeresbodens vor dem abbrechenden Rande, welche auf das Abbrechen in gröfsere oder kleinere Stücke Einflufs hat, je nachdem der Gletscher an seinem äufseren Ende völlig vom Wasser getragen wird oder einen plötzlich abfallenden Grund unter sich hat. Nördlich von Jakobshavn bis zu $72\frac{1}{2}^0$ nördlicher Breite sind die Eisfjorde hauptsächlich untersucht von dem um die Geologie Grönlands hochverdienten Geologen K. J. W. Steenstrup; noch weiter nördlich bis zu 75^0 nördlicher Breite von den Marine-Offizieren Ryder und Bloch. Am Gletscher bei Upernivik (73^0 nördlicher Breite) wurde dabei die erstaunliche Schnelligkeit von 99 Fufs in 24 Stunden im August 1886 beobachtet. Dieselbe schien aber hier nicht konstant zu sein, da ungefähr derselbe Punkt im April 1887 nur 33 Fufs gab. Die Ostküste Grönlands ist bekanntlich in den Jahren 1883 bis 1884 von Kapitän Holm und seinen Begleitern, Leutnant Garde und den Naturforschern Knutsen und Eberlin bereist worden; die Vertheilung der Eisfjorde dort wurde dabei auch untersucht, allein für Spezialuntersuchungen gab es, wie sich denken läfst, keine Zeit.

Nach einer muthmafslichen Annahme für die noch ganz unbekannte Küste zwischen Kap Bismarck und Kap Kane kann der Umkreis Grönlands nach einer durch die äufseren Landspitzen gezogenen Linie auf 900 Meilen angeschlagen werden, während eine Linie, durch die inneren Enden der Fjorde gezogen, also die Inseln

---

[1]) Figur 1, S. 295.

und Halbinseln abschneidend, 800 Meilen geben dürfte, und der Rand des Binneneises wohl auch nahezu die Länge von 800 Meilen hat. Von dem letzteren hat man dann ungefähr 350 Meilen verfolgen können. An sehr zahlreichen Stellen berührt der Rand das Meer, ohne jedoch Eis von irgend erheblicher Masse abzugeben; nur 25 bis 30 Gletscher geben Eisberge von erheblicher Gröfse, und wie es scheint, können nur etwa 8 von denselben, was Produktivität betrifft, der Jakobshavner darunter inbegriffen, zu denen ersten Ranges gerechnet werden.

Der bei weitem gröfsere Theil des Binneneisrandes bleibt doch noch vom Meere unberührt. Im mittleren Theile Westgrönlands giebt es vorzugsweise gröfsere eisfreie Strecken, die mit zum Binnenlande gerechnet werden müssen. Hier spürt man im Pflanzenleben den beginnenden Uebergang zu einem Festlandsklima. Geschützt gegen den eisigen Nebel und Wind von der See, begünstigt durch eine höhere Sommerwärme, wird es hier entschieden üppiger. Bald aber mufs doch diese freundlichere Natur im Kampfe gegen das arktische Klima, das von dem entfernteren Innern den Eisrand vorgeschoben hat, unterliegen. Wie eine plötzlich erstarrte, dickflüssige Masse, einem Lavastrom gleichend, hat dieses Eis sich über niedriges Land gewälzt. An einigen Stellen hat es sich wieder zurückgezogen, steinigen und sandigen Grund hinterlassend, an anderen wächst üppiges Gestrüpp bis nahe an den Fufs der Eiswand. Die Rennthierherden haben hier ihre besten ausgedehnten Weideplätze, und man sagt, dafs die Thiere an heifsen Tagen, von den Mücken geplagt, bei der Eiswand Schutz und Kühlung suchen. Man trifft hier auch einige der wenigen Wasserströme Grönlands, die eben grofs genug sind, um Flüsse genannt werden zu können. Allein wenn man ihre mit Weidenbüschen bewachsenen Ufer verfolgt, dauert es auch hier nicht lange, bis man auf dasselbe Hindernifs stöfst. Aus im Maximum etwa 50 Fufs hohen Gewölben mit bläulich schimmernden Wänden strömen hier die Quellen aus dem dunkeln Innern des Eises hervor, aus denen die Flüsse entstehen. Dieses war die Grenze des Eises, wo es auf niedriges Land stöfst. Bei weitem gröfser sind aber sicherlich die Strecken des relativ eisfreien Küstenlandes, die als hohes Gebirge einen Wall gegen das Andringen des Binneneises bilden.

Nachdem wir jetzt den Rand des Binneneises seiner Länge nach verfolgt haben, wenden wir uns zur Oberfläche. Zahlreiche Höhen des Küstenlandes sind in dem Laufe der 12 Jahre von unseren Reisenden bestiegen, um, soweit wie es von der Ferne aus möglich war, einen Ueberblick über dieselbe zu gewinnen. Aber auch der

Rand selbst ist an einigen Punkten der näheren Untersuchung halber erstiegen worden. Vom niedrigen Lande aus ist der Aufgang wegen der Steilheit und zahlreicher Klüfte schwieriger, als von einem höheren Küstenlande aus, wo man theilweise mehr oder weniger unmittelbar auf die Oberfläche hinaustreten kann. Wir wollen nun annehmen, dafs der Rand überschritten ist, und wählen dann für die weitere Beschreibung der Oberfläche den Bericht des Marine-Kapitän Jensen, der im Jahre 1878 mit Kornerup als Geologen, Groth als Zeichner, und einem Grönländer, unter $62\,{}^1/_2{}^0$ nördlicher Breite nahezu 10 Meilen weit über das Eis ins Innere vordrang. Er fand, nachdem der steile Rand



Binneneis mit zahlreichen Spalten.

erstiegen war, dafs die Fläche oberhalb desselben zuerst noch eine ziemlich bedeutende Steigung hat, dafs diese aber bald stark abnimmt. Daneben zeigte es sich zugleich, dafs es zum Theil auf Täuschung beruht, wenn das Binneneis, von weiter Ferne aus betrachtet, sich als ein ebenes, schneebedecktes Hochland ausnimmt. Wenn auch hier am äufseren Saume die Oberfläche im grofsen als Ebene auftritt, so öffnen sich doch Abgründe und Spalten in derselben, die wegen ihrer Zahl und ihrer Dimensionen ein wahrer Schrecken der wandernden Reisenden werden können. Die beigefügten, von Jensens Expedition gelieferten Bilder geben vorläufig besser als die Beschreibung eine Vorstellung von der Natur dieser Hindernisse. Die Spalten entstehen bekanntlich, wenn die mächtige Eisplatte über Erhöhungen des Bodens hinweggeschoben wird. Ihre Breite variirt deshalb nach der Schnelligkeit der Bewegung und der Gröfse der Unebenheit. Von diesen in schaurige Dunkelheit sich verlierenden

Oeffnungen dürften wohl die gröfsten 1000 Fufs Tiefe haben. Im Winter decken sie sich je nach ihrer Breite mehr oder weniger mit Schnee, der die schmalen ganz verhüllt und über die breiten Brücken bildet. Das umseitige Bild zeigt diese Spalten in ihrer gewöhnlichen Form, aber freilich in ungewöhnlicher Anzahl oder Dichtigkeit und lehrt zugleich, welcher Gefahr sich der Wanderer, der sich diesen Brücken anvertraut, aussetzt. Das Titelbild zeigt uns die Spalten in einem späteren Stadium; sie sind nach und nach mit Schnee und Bröckeln von den Kanten angefüllt, während die Mauern zwischen ihnen in scharfe Kämme verwandelt worden sind. Die Spalten bilden deshalb hier Hohlwege für die Wanderer, zugleich aber auch für Gletscherbäche, die in diesen eisigen Betten dahineilen, bis sie auf offene Spalten stofsen, in die sie lothrecht hinabstürzen. Im Hintergrunde sieht man das Ziel der Expedition, die „Nunataks", oder aus dem Eise hervorragende Berggipfel, die einzigen sichtbaren Reste des unter demselben begrabenen Landes. Wenn wir das Binneneis mit einer Ueberschwemmung vergleichen, indem nämlich das Eis als eine plastische, halbflüssige Masse auftritt, machen diese Bilder offenbar einen ähnlichen Eindruck. Nur hinter den Nunataks sieht man die Eisfläche sich etwas erheben, ein Zeichen, das für diese Glacialbildung eigenthümlich ist. Es erinnert uns nämlich daran, dafs sie nicht durch Aufhäufung des Niederschlages an Ort und Stelle entstanden, sondern, wie ja im Vorhergehenden angedeutet, wenigstens der Hauptsache nach aus dem Innern ausgegangen ist und sich nach der Küste hin verbreitet hat. Allein zum Unterschied von den Eisberge abgebenden Gletschern ist zu bemerken, dafs die Bewegung hier soviel langsamer ist, dafs der „Eisstrom" nicht einmal völlig das Meer erreichen kann, bevor der vorderste Theil durch Schmelzen verschwunden ist. Die Spalten allein beweisen ja diese Art der Entstehung, aber deutlicher noch die Nunataks, die als Pfähle oder „Wellenbrecher" gegen den vom Innern andringenden Strom auftreten. Ihre vordere oder Seeseite erhebt sich aus einer 4000 Fufs hohen Fläche, wogegen auf der dem Innern zugewendeten Rückseite das Eis 500 bis 800 Fufs gegen die Felswände aufgeschoben ist und an den Seiten in der Form erstarrter Wasserfälle auf die erstgenannte Fläche herabfällt. Von einem dieser Berge aus, in einer Höhe von 5000 Fufs betrachtet, bildet die Oberfläche weiter nach innen eine ununterbrochene, blendend weifse, äufserst schwach steigende Ebene, deren Höhe im Horizont auf 7 bis 8000 Fufs veranschlagt werden konnte.

Die hier erwähnte Expedition war durchaus nicht auf das eigentliche Innere als Ziel berechnet. Unter den Versuchen, weiter vorzudringen, haben wir vor Nansens Reise eigentlich nur Nordenskjölds und Pearys zu erwähnen. Die des ersteren ist die lehrreichste und bestbeschriebene, beide kamen sie aber ungefähr gleich weit, und bei Peary mufs man besonders die Einfachheit der Hülfsmittel, die er benutzte, bewundern. Aus Nordenskjölds Bericht dürfte es genügen, hier nur folgendes anzuführen: Die Wanderung wurde im Sommer 1883 in $68\frac{1}{2}^0$ nördlicher Breite vorgenommen. Die ersten 10 Meilen über das Eis führten zu 3450 Fufs Höhe, die Oberfläche zeigte sich uneben, rauh, voll Wasserlöcher und arm an Schnee; die nächsten $5\frac{1}{2}$ Meilen führten über tiefen, stark mit Wasser getränkten Schnee zu einer Höhe von 4700 Fufs. Hier endete Nordenskjölds eigene Reise; seine mitfolgenden Lappländer gingen auf Schneeschuhen weiter über trockenen Schnee, und nach ihrem Berichte sollten sie $28\frac{3}{4}$ Meilen weiter gekommen sein und eine Höhe von 6200 Fufs erreicht haben.

Wenn wir alle Reisen zusammenfassen, die jedenfalls als Rekognoscirungen einen Einblick in die Beschaffenheit des Binneneises gegeben haben, ist folgendes das Wichtigste, der durch sie gewonnenen Erfahrungen: Erst trifft man auf eine, mehr oder weniger zerklüftete und steile Eiswand, wo das Eis nicht an höheres Küstenland grenzt. Dann folgt eine Eisfläche, welche auf der ersten Strecke, etwa bis zu 2000 Fufs Höhe, doch noch eine ziemliche Steigung hat, zugleich von Spalten durchzogen, noch mehr oder weniger uneben und theilweise von der Form des unterliegenden Landes abhängig ist. Daneben erheben sich an einigen Stellen des Landes Bergspitzen, die Nunataks, aus dem Eise, indem dieses mehr und mehr das Gepräge der Ueberschwemmung annimmt. Das Eis zeigt hier die, wenngleich erst in einem aufserordentlich langen Zeitraume sichtbar werdende Eigenschaft einer plastischen, dickflüssigen Masse. Dann wird die Steigung geringer und die Unebenheiten nehmen ab, doch giebt es noch theils Spalten, theils ganz flache muldenartige Vertiefungen. Letztere sind im Sommer mit Wasser gefüllt, sowie man auch hin und wieder auf rauschende Bäche stöfst, die sich durch prachtvolle kleine Wasserfälle in die Spalten entleeren. Bald aber ist die Eisfläche selbst gegen Ende des Sommers noch mit Schnee bedeckt. Der an Tiefe zunehmende Schnee ist erst voll Wasser, wird aber nachher trocken und feinkörnig. Die Nunataks sind verschwunden, alles ist blendend weifse Fläche — Schnee und nichts als Schnee.

Weiter kamen die früheren Reisenden nicht, hier schweigen ihre Berichte, und Dr. Nansen ist unsere einzige Zuflucht. Auch er sah allerdings nichts anderes vor sich als Schnee; allein die Resultate seiner bewunderungswürdigen Wanderung fügten zu unserer Kenntnifs Grönlands einen nothwendigen Schlufsstein, und waren speciell für die Frage von dem Verhältnisse der Eisbildungen desselben zur sogenannten Glacialzeit unentbehrlich. Erstlich ist denen, die noch von der Möglichkeit einer freundlicheren Natur im Innern von Grönland träumten, die letzte Hoffnung verloren gegangen, und diese Frage ist wohl als definitiv entschieden zu betrachten. Vom 21. August bis 21. September trafen die Reisenden kein Wasser mehr, das nothwendigste für den Lebensunterhalt mufste durch Aufthauen von Schnee zu Wege gebracht werden. Fast räthselhaft bleibt es noch, wie sie die von niemand erwartete ungeheure Kälte haben aushalten können. Ihre Ausrüstung, wenngleich mit grofser Bedachtsamkeit gewählt, konnte doch nicht für eine Temperatur von vorherrschend — 30°, auch bis zu — 45° C. sinkend und ein paar Wochen anhaltend, berechnet sein. Wir übergehen jedoch hier die werthvollen meteorologischen Beobachtungen und beschränken uns auf die für die Kunde von den Eisbildungen wichtigsten Resultate.

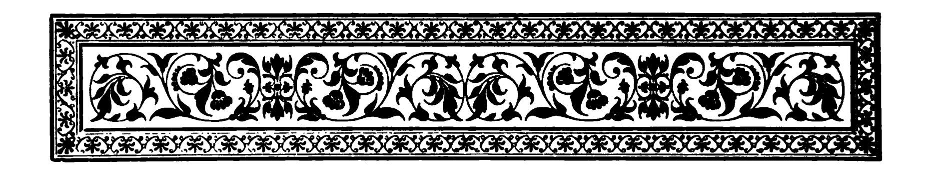
Die Durchquerung geschah bekanntlich in Südgrönland unter 65° bis 64° nördlicher Breite. Der von Professor Mohn nach den Beobachtungsdaten konstruirte Querschnitt erinnert an die Form eines Schildes. Die sehr schwach gewölbte Oberfläche fällt fast genau mit einem Cirkelbogen zusammen, nur ist sie an den Enden in Osten und Westen schärfer abgeschnitten. Der höchste Punkt erreicht 2718 m über dem Meere. Er liegt vom Eisrande im Osten 180 km, im Westen 270 km entfernt, von den äufsersten Landspitzen im Osten 200 km, im Westen 360 km entfernt. Zwischen 15 km vom Ostrande und 40 bis 45 km vom Westrande finden sich keine Spalten. Zwischen 15 km vom Ostrande und 20 bis 30 km vom Westrande fand man weder Wasserströme noch von denselben gebildete Rinnen.

Indem Nansen seine eigenen Beobachtungen mit denen anderer Reisenden zusammenstellt, ist er zu folgenden Resultaten gekommen: Das ursprüngliche Land ist bis zu einem gewissen Grade unabhängig von seiner Konfiguration nivellirt worden. Die Eisfjorde haben ihre den Flufsgebieten entsprechenden Areale im Innern des Landes, und die Bewegung des Gletschers in jedem derselben hängt von der Gröfse dieses seines Gebietes ab. Die noch bis zur letzten Zeit von einigen Geologen gehegte Meinung, dafs die Produktion der Eisberge

sich nach der Neigung des Gletschergrundes gegen das Ufer hin richte, ist als völlig irrig bewiesen. Der Schnee, der sich im Innern aufhäuft, wird durch seinen eigenen Druck in Eis verwandelt, und durch denselben Druck werden die unteren Lagen des Eises nach den Seiten hinausgedrängt. Es darf vermuthet werden, dafs diese Decke von Eis und Schnee, wo sie am tiefsten ist, eine Dicke von 1700 bis 2000 m haben kann. Zugleich ist sie als plastisch oder dickflüssig zu betrachten. Der ungeheure Druck, der also bis zu 160 Atmosphären steigen kann, erleichtert zugleich durch eine Verrückung des Thaupunktes das Aufthauen, welches von unten mittelst der Erdwärme eintreten mufs. Grofse Massen von Wasser im flüssigen Zustande durchströmen die unteren Lagen und ergiefsen sich gleichzeitig mit der Bewegung der Gletscher in die Fjorde. Einen wesentlichen Antheil an der ursprünglichen Nivellirung des Landes hat auch der Wind durch seine Wirkung auf den losen Schnee gehabt.

Die grofse Menge Schlammes, welche die Gletscherflüsse aus dem Innenlande mit sich führen, beweist, welche Friktion das Binneneis auf den Grund ausübt. Dieselbe hat Schluchten und Thäler ausgehöhlt, und gleichzeitig sind Geschiebe vom entferntesten Innern, wenngleich sehr langsam, der Küste zugeführt worden. Durch die Möglichkeit eines solchen noch immer über ein so grofses Land fortgesetzten Transports, in Verbindung mit der Nivellirung, die anderswo an Felswänden ihre Spuren eingeritzt hat, bietet Grönland uns ein noch existirendes Bild der Glacialzeit der Geologen.





Die Ortsbestimmungen und Hülfsmittel zur Führung eines Schiffes auf See.

Von Admiralitätsrath **Rottok** in **Berlin**.

(Schlufs.)

In Fällen, wo die lokalen Verhältnisse, die Nähe des Landes, von Untiefen oder anderen Gefahren, eine öftere Positionsbestimmung nothwendig machen, oder bedeckter Himmel resp. unsichtbare Kimm die zur besprochenen Besteckrechnung nöthigen Beobachtungen nicht gestatten, mufs man natürlich zu anderen Methoden seine Zuflucht nehmen. Die gebräuchlichsten dieser Methoden sollen hier erwähnt und kurz auseinandergesetzt werden.

Für die Breitenbestimmungen werden in erster Linie neben den Meridianhöhen der Sonne auch diejenigen der anderen Gestirne herangezogen. Beobachtung und Rechnung ist dieselbe wie bei der Sonne, es ist jedoch erforderlich, dafs man die Kulminationszeit des zu beobachtenden Gestirns vorher ermittelt. Für den Mond und die Planeten ist im nautischen Jahrbuch die mittlere Zeit der oberen Kulmination in Greenwich angegeben; nach diesen Angaben findet man durch einfache Interpolation die Kulminationszeit für jeden anderen Ort. Da die Rektascension eines Fixsterns zur Zeit seines Meridiandurchgangs gleich der Sternzeit (Stundenwinkel des Frühlingspunktes), die Sternzeit aber stets gleich dem (westlichen) Stundenwinkel eines Gestirns plus seiner Rektascension ist, so ist der Stundenwinkel der Sonne oder die Ortszeit zur Zeit der Kulmination eines Fixsterns gleich der Rektascension des Sterns minus der Rektascension der Sonne. Die beiden letzteren Gröfsen werden aus dem Jahrbuch entnommen und hiernach wird die Kulminationszeit des Sterns ohne Schwierigkeit gefunden. — Die Zeit der unteren Meridianpassage eines Gestirns erhält man, indem man einen halben Gestirnstag, in Sonnenstunden ausgedrückt, zu der oberen Kulminationszeit addirt resp. von derselben subtrahirt.

Ist man genöthigt, die Breite durch Gestirnshöhen aufserhalb des Meridians zu ermitteln, so sind im allgemeinen die Bestimmungen

um so günstiger, je näher die Beobachtungen an den Meridian fallen. Zu allen Breitenbestimmungen durch Höhen aufserhalb des Meridians mufs der Stundenwinkel des Gestirns bekannt sein, es mufs demnach schon eine Zeitbestimmung vorangegangen sein, mit Hülfe derer der Stundenwinkel des beobachteten Gestirns zur Zeit der Beobachtung abgeleitet werden kann; bei der Sonne geschieht dies, indem man durch die Zeitbestimmung die Korrektion des Chronometers oder der zur Beobachtung benutzten Uhr gegen wahre Zeit bestimmt und durch Anwendung derselben die Uhrzeit der Breitenbeobachtung in wahre Zeit verwandelt; bei anderen Gestirnen, indem man auf dieselbe Weise die wahre Zeit findet und aus derselben, der Sternzeit und der Rektascension des beobachteten Gestirns den Stundenwinkel des letzteren ableitet (Stundenwinkel des Gestirns ist gleich der Sternzeit weniger der Rektascension des Gestirns).

Die oben für die Stundenwinkelberechnung gegebene Gleichung läfst sich durch Umformung auch für die Berechnung der Breite anwenden, benutzt jedoch zu der Berechnung bereits eine angenäherte Breite. Während früher diese indirekte Methode fast ausschliefslich in Gebrauch war, hat man sich neuerdings mehr der direkten Berechnungsart ohne Hülfe einer ungefähren Breite zugewandt. Nach dieser Methode wird aus dem Stundenwinkel und der Deklination des Gestirns zunächst ein Hülfswinkel berechnet, und unter Benutzung dieses die Breite. Zum besseren Verständnifs seien die beiden zur Berechnung nach einer solchen Methode dienenden Gleichungen, welche mit Leichtigkeit aus dem zwischen Pol, Zenith und Gestirn gebildeten sphärischen Dreieck, dem Poldreieck, abgeleitet werden, angeführt. Aus der Gleichung $\cotg \delta \cos t = \tang x$ wird die Hülfsgröfse x berechnet, und sodann die Breite φ aus der Relation $\sin (\varphi + x) = \sin h \operatorname{cosec} \delta \cos x$.

Werden Höhen in unmittelbarer Nähe des Meridians gemessen, so lassen dieselben sich in bequemer Weise auf den Meridian reduziren, und sodann zur Breitenberechnung wie Meridianhöhen behandeln. Da es nicht selten vorkommt, dafs im Moment der Kulmination ein Gestirn durch Wolken verdeckt wird, wohl aber kurz vorher oder nachher Beobachtungen möglich sind, so gelangt diese Methode der Circummeridianhöhen häufig zur Verwendung. Dieselbe gründet sich darauf, dafs die Höhen der Gestirne zur Zeit der Kulmination ihr Maximum erreichten und in der Nähe des Meridians sich sehr langsam ändern. Sie berechnet aus der Zeit der Beobachtung (dem Stundenwinkel des Gestirns) eine kleine Korrektion, welche auf die beobachtete

Höhe angewandt die Meridianhöhe ergiebt. Diese Korrektion, welche sich aus dem Poldreieck ableiten läfst, lautet $\frac{1,96345 . \cos \varphi \cos \delta}{\sin (\varphi + \delta)} n^2$, worin φ und δ wie gewöhnlich Breite und Deklination, n der in Zeitminuten ausgedrückte Stundenwinkel des Gestirns bedeutet.

Der Werth $\frac{1,96345 \cos \varphi \cos \delta}{\sin (\varphi + \delta)}$ ist die Höhenänderung des Gestirns für die erste Minute vor oder nach der Kulmination; er wird „Kulminationssekunde" genannt und ist in den meisten nautischen Tafeln für die Argumente φ und δ berechnet; desgleichen findet man zur weiteren Erleichterung der Rechnung die Quadrate der Stundenwinkel (n^2) in denselben. Beide Gröfsen mit einander multiplizirt geben die Korrektion, welche, auf die gemessene Höhe angewandt, die Meridianhöhe ergiebt. Die Anwendung der Methode setzt eine nicht zu kleine Zenithdistanz ($\varphi \pm \delta$), nicht unter 3^0, voraus; je gröfser die Zenithdistanz, desto geringer ist die Höhenänderung, desto geringer auch der Einflufs eines etwaigen Fehlers im Stundenwinkel.

Auf der nördlichen Hemisphäre bietet der Polarstern ein bequemes Mittel zur Breitenbestimmung, da er, sich nur $1^1/_2{}^0$ vom Nordpol entfernend, stets in der Nähe des Meridians steht und sich in jedem Punkte des Parallelkreises nur langsam bewegt. Zur Erleichterung dieser Bestimmung hat man in Tabellenform Korrektionen berechnet, welche die Höhe des Polarsterns jeder Zeit auf die Höhe des Pols, also auf die Breite, reduziren.

In dem nautischen Jahrbuche sind für das Argument Sternzeit drei solcher zur Reduktion der Polarsternhöhe dienenden Korrektionen berechnet.

Da der Polarstern auf der nördlichen Halbkugel stets in bestimmter Höhe über dem Horizont steht, so wählt man zur Beobachtung am liebsten die Dämmerung wegen der Deutlichkeit der Kimm zu dieser Zeit. Man reduzirt die gemessene Höhe wie gewöhnlich auf den wahren Horizont, ermittelt die Beobachtungs-Sternzeit mit Hülfe des bekannten ungefähren Standes der Beobachtungsuhr gegen Ortszeit und der Rektascension der Sonne (grofse Genauigkeit hierbei ist nicht nöthig), entnimmt für dieselbe die Korrektionen und erhält durch Anwendung derselben auf die Höhe direkt die Breite.

Zur Längenbestimmung auf See werden in derselben Weise wie die Sonne auch die übrigen Gestirne benutzt. Man berechnet aus der beobachteten Höhe den Stundenwinkel des Gestirns, unter Anwendung

der Rektascension desselben die Sternzeit und aus dieser und der Rektascension der Sonne die Ortszeit.

Bei Positionsbestimmungen durch nächtliche Observationen empfiehlt es sich, Längen- und Breitenbeobachtung gleichzeitig zu machen, d. h. man wählt zur Beobachtung 2 Sterne, von denen der eine sich zu einer guten Breitenbestimmung (in oder nahe am Meridian), der andere zu einer ebensolchen Längenbestimmung (Azimuth nahe 90°) eignet. Es hat dies den Vortheil, dafs man unabhängig ist von etwaigen Fehlern in der Versegelung, d. h. in der Annahme des zwischen den Beobachtungen gemachten Weges, wie sie sich bei weit auseinander liegenden Beobachtungen, da man ja das Resultat der einen auf den Ort der anderen übertragen mufs, leicht einschleichen können.

Es ist hier der Ort, der Zeitbestimmungen aus korrespondirenden Höhen, wie sie oben als zu den Standberechnungen des Chronometers besonders geeignet erwähnt wurden, zu gedenken.

Bei einem Gestirn, welches keine eigene Bewegung hat, gehören wegen der gleichmäfsigen Drehung der Erde zu gleichen Höhen auf beiden Seiten des Meridians gleiche Stundenwinkel. Das Mittel der Chronometerzeiten der beiden Beobachtungen ist demnach gleich der Chronometerzeit bei der Gestirnskulmination. Die Ortszeit der Kulmination läfst sich wie früher angegeben berechnen, auf dieselbe die bekannte Länge des Beobachtungsortes angewandt ergiebt die Zeit des ersten Meridians und, mit derselben die erhaltene Chronometerzeit verglichen, den Stand des Chronometers. Will man umgekehrt die Beobachtungen zur Längenbestimmung benutzen unter Zugrundelegung eines bekannten Chronometerstandes, so berechnet man durch Anwendung des Standes auf das Mittel der Chronometerzeiten die Zeit des ersten Meridians im Moment der Gestirnskulmination, und durch Vergleich dieser mit der demselben Moment entsprechenden Ortszeit die Länge.

Bei Gestirnen, die wie die Sonne, der Mond und die Planeten ihre Deklination ändern — in der Regel wird die Sonne zu diesen Beobachtungen gewählt — sind die Stundenwinkel gleicher Höhen nicht mehr gleich; nähert sich das Gestirn dem sichtbaren Pol, so ist der westliche Stundenwinkel gröfser als der östliche, und umgekehrt, wenn die Deklinationsänderung nach der entgegengesetzten Seite stattfindet. Das Mittel der Beobachtungszeiten fällt nicht mehr mit der Meridianpassage des Gestirns zusammen, läfst sich aber durch Anbringung einer Korrektion auf dieselbe reduziren.

Die Hauptgleichung des Poldreiecks $\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$ nach t und δ differentiirt giebt

$$0 = (\sin \varphi \cos \delta - \cos \varphi \sin \delta \cos t)\, d\delta - \cos \varphi \cos \delta \sin t\, dt$$

$$dt = \left(\frac{\operatorname{tg} \varphi}{\sin t} - \frac{\operatorname{tg} \delta}{\operatorname{tg} t}\right) d\delta.$$

Die rechte Seite dieser Gleichung enthält den Werth, um welchen sich der Stundenwinkel ändert, wenn sich die Deklination um die kleine Gröfse $d\delta$ ändert, oder in unserem Falle — wenn $d\delta$ die Deklinationsänderung in der halben Zwischenzeit zwischen beiden Beobachtungen bedeutet — die Gröfse der an die Mittelzeit anzubringenden Korrektion. Durch Tabellen, aus welchen man die Werthe beider Glieder entnehmen kann und die in den meisten nautischen Tafeln enthalten sind, wird die Rechnung wesentlich erleichtert. Schon Gaufs hat solche Hülfstafeln gegeben, die noch viel in Gebrauch sind; er hat jedoch noch einige Hülfsgröfsen eingeführt, wodurch die Berechnung etwas umständlicher wird als nach obiger Gleichung.

Die Methode der Zeitbestimmungen durch korrespondirende Höhen hat aufser grofser Genauigkeit den Vortheil vor anderen Methoden, dafs die gemessenen Höhen selbst gar nicht in Betracht kommen, sondern nur das Zeitintervall zwischen beiden Beobachtungen; das Resultat ist also unabhängig von etwaigen Fehlern des Instruments; es müssen jedoch beide Höhen mit demselben Instrument und wo möglich auch von demselben Beobachter gemessen werden.

Auch auf See lassen sich die korrespondirenden Höhen mit Erfolg zur Längenbestimmung anwenden, wenn die Zenithdistanz des Gestirns nicht zu grofs ist, so dafs die zur günstigen Zeitbestimmung nöthigen Beobachtungen nicht zu weit vom Meridian abliegen und dadurch die Zwischenzeit zu grofs wird. Verändert das Schiff in der Zwischenzeit seinen Standort, so mufs für die Veränderung in Breite eine ähnliche Korrektion an das Mittel der Beobachtungszeiten angebracht werden, wie für die Deklination.

Ein weites Feld für Probleme hat die Navigation der Lösung der Aufgabe gegeben, aus 2 Höhen eines Gestirns und der zwischen den beiden Beobachtungen verflossenen Zeit Breite und Länge zu bestimmen. Die Verschiedenheit der Lösungen liegt im wesentlichen in der gröfseren oder geringeren Genauigkeit der zur Rechnung benutzten Breite und Deklination, je nachdem man die Deklinationsänderung in der Zwischenzeit berücksichtigt oder nicht, je nachdem man eine angenähert bekannte Breite einführt oder die direkte Lösung ohne letztere vorzieht; die direkten Lösungen unter Berücksichtigung

der Deklinationsänderung sind natürlich die genauesten, aber auch mit den umständlichsten Rechnungen verbunden. Es kann hier nicht der Platz sein, alle verschiedenen Lösungen anzuführen und zu besprechen, es mögen vielmehr nur zwei der einfachsten und in der Navigation gebräuchlichsten, die Methode von Douwes und Sumner, Erwähnung finden.

Die Douwessche Methode benutzt zur Berechnung eine genäherte Breite und nimmt die Deklination bei beiden Beobachtungen als gleich an, und erhält unter diesen Voraussetzungen, wenn h_1 und h_2 zwei Höhen desselben Gestirns, t_1 und t_2 die zugehörigen Stundenwinkel sind, aus dem Poldreieck die Gleichung:

$$\sin {}^1/_2\,(t_1 + t_2) = \frac{\cos {}^1/_2\,(h_1 + h_2)\,\sin {}^1/_2\,(h_1 - h_2)}{\cos \varphi\,\cos \delta\,\sin {}^1/_2\,(t_1 - t_2)}$$

Da ${}^1/_2\,(t_1 - t_2)$ als halbe Zwischenzeit zwischen beiden Beobachtungen bekannt ist, so findet man nach Berechnung von ${}^1/_2\,(t_1 + t_2)$ mit Hülfe der letzten Gleichung auch die beiden Stundenwinkel t_1 und t_2; mit Hülfe eines derselben berechnet man sodann die Breite. Weicht dieselbe bedeutend von der angenommenen Breite ab, so wird eine Wiederholung der Rechnung nöthig. Douwes selbst, ein holländischer Mathematiker (1755), von dem die Methode stammt, hat derselben ursprünglich die zur logarithmischen Rechnung weniger geeignete Form

$$2 \sin {}^1/_2\,(t_1 + t_2) = (\sin h_1 - \sin h_2) \sec \varphi \sec \delta \operatorname{cosec} {}^1/_2\,(t_1 - t_2)$$

gegeben, den Ausdruck $(\sin h_1 - \sin h_2)$ also nicht weiter entwickelt, wie oben geschehen; durch Einführung besonderer Hülfstafeln hat er jedoch die Berechnung erleichtert, und derselben in der Nautik Eingang und Verbreitung verschafft.

Die Douwessche Methode setzt, wie die meisten Zweihöhenprobleme, voraus, dafs die Höhen an demselben Orte beobachtet sind; ist dies nicht der Fall, sondern hat man, wie auf See, seinen Standpunkt verändert, so mufs die eine Höhe auf den Beobachtungsort der anderen reduzirt werden. Die Reduktion ist einfach und läfst sich auf die Berechnung eines ebenen rechtwinkeligen Dreiecks zurückführen; wir gehen darauf nicht näher ein.

Epochemachend für die Ortsbestimmung auf See war die von dem amerikanischen Kapitän Sumner zuerst angewandte und nach ihm benannte Methode, indem dieselbe den Begriff eines neuen Elements einführte, nämlich des geometrischen Ortes des Schiffes in Form einer Linie, in welcher sich das Schiff zufolge einer beobachteten Höhe befinden mufs und die sich mit Hülfe einer angenäherten Breite und der Chronometerzeit bestimmen läfst.

Denkt man sich um ein Gestirn als Pol Parallelkreise auf der Erdoberfläche konstruirt, so werden sämtliche auf einem solchen Kreise liegenden Orte die gleiche Höhe des Gestirns messen. Das ganze System dieser Kreise, nennen wir sie Höhenkreise, folgt der Bewegung des Gestirns und kommt daher jeder Punkt der Erdoberfläche fortwährend in einen neuen Höhenkreis. Die Sumnersche Methode besteht nun darin, den durch den Beobachtungsort gehenden Höhenkreis oder vielmehr einen Theil desselben auf der Karte zu konstruiren. Wird, nachdem der Beobachtungsort in einen anderen Höhenkreis getreten ist, auch dieser auf der Karte projizirt, so giebt der Durchschnittspunkt beider Kreise den Beobachtungsort. Zur Lösung der Aufgabe beobachtet man eine Höhe und berechnet mit dieser und 2 um 10 bis 20 Minuten verschiedenen ungefähren Breiten 2 Längen; die beiden so erhaltenen Punkte werden in der Karte eingetragen und durch eine gerade Linie verbunden, welche sodann einen Theil des bezeichneten Höhenkreises, auf welchem der Beobachtungsort liegen mufs, darstellt. Zur Konstruktion des zweiten Kreises mifst man eine zweite Höhe und verfährt im übrigen ebenso. Die Rechnung läfst sich durch Hülfstafeln sehr vereinfachen. Die Darstellung des Höhenkreises als gerade Linie ist richtig unter der Voraussetzung, dafs der dargestellte Theil nur ein sehr kleines Stück des Kreises ausmacht, und kommt der Wahrheit um so näher, je gröfser die Zenithdistanz ist. Verändert man auf See zwischen beiden Beobachtungen den Standpunkt, so wird dies auch durch eine einfache Konstruktion auf der Karte berücksichtigt, indem man an einem Punkte der ersten Höhenlinie den zurückgelegten Weg einträgt und in dem Endpunkt desselben eine Parallele mit der ersten Linie zieht; der Schnittpunkt dieser Parallele mit der zweiten Sumner-Linie giebt den Ort bei der zweiten Beobachtung. Wie leicht einzusehen, laufen die Sumner-Linien senkrecht zu der Richtung des Gestirns, den schärfsten Schnittpunkt erhält man daher bei einem Azimuthunterschied von 90° bei beiden Beobachtungen. Ein Fehler in der beobachteten Höhe verschiebt die Linie um eben so viel parallel sich selbst, ein Fehler in der Chronometerangabe um denselben nach Ost und West, die Breite wird durch eine falsche Chronometerzeit nicht beeinflufst, da beide Linien nur in Länge um dasselbe Stück verlegt werden; auf alle Fälle erhält man aber selbst bei nur einer Höhe den geometrischen Ort des Schiffes mit einer gewissen Genauigkeit; anstatt der Linie würde bei Unsicherheiten in den genannten Gröfsen ein mehr oder minder breiter Streifen treten. In vielen Fällen ist auch

die einzelne Linie für die Navigirung und die Sicherheit des Schiffes von grofsem Werth, besonders in der Nähe des Landes, wo z. B. die Verlängerung derselben den Punkt der Küste angiebt, auf den man treffen würde, wenn man dem Kurse der Linie folgte, oder eine parallel zur Küste laufende Linie den Abstand des Schiffes von der letzteren anzeigen würde.

Ein solcher Fall führte auch Sumner auf die Methode, als er sich bei schlechtem Wetter im Winter 1837 auf der Reise von Charleston nach Greenock an der Küste von Wales befand und bei mangelhaft bekannter Breite nur eine Höhe zur Ortsbestimmung erhalten konnte. Er rechnete aus dieser Höhe mit verschiedenen Breiten verschiedene Längen aus und erhielt dadurch eine Reihe von Punkten, die auf der Karte eingetragen in einer geraden Linie lagen und zwar zufällig in einer Richtung, welche den zum Anlaufen bestimmten Küstenort traf. Unter der Annahme, dafs das Schiff sich irgendwo in dieser Linie befinden müfste, steuerte Sumner in der Richtung der Linie, und fand seine Annahme vollauf bestätigt, indem bei Annäherung an die Küste alsbald der erwartete Punkt voraus sichtbar wurde.

Wenn bei allen bisher besprochenen Methoden der Längenbestimmung auf See die Chronometer die Grundlage bildeten, so möge zum Schlufs noch der Mittel gedacht werden, deren sich die Navigation bedient, um unabhängig von denselben diese Bestimmung vorzunehmen und welche, wenn nach der Vervollkommnung der Technik und Chronometer-Industrie auch weniger häufig angewandt, doch im Falle von Störungen im Gange oder Unsicherheiten in den Angaben des Chronometers von besonderem Werth sein können. Es sind dies die Beobachtungen von Monddistanzen, d. h. der Winkelmessung zwischen dem Monde und einem anderen Gestirn und von Sternbedeckungen durch den Mond.

Die Methode der Monddistanzen leitet aus der Distanz des Mondes von einem anderen Gestirn die Zeit des ersten Meridians ab und durch Vergleich des letzteren mit der Ortszeit die Länge des Beobachtungsortes.

Infolge der schnellen Bewegung des Mondes an der Himmelskugel — derselbe durchläuft bekanntlich seine Bahn um die Erde in einem siderischen Monat (27 Tage 7 Stunden 45 Min. 11 Sek.) so dafs er an einem Tage ca. 13° fortschreitet — verändert derselbe nämlich sehr schnell seine Stellung zu den übrigen Himmelskörpern, und da einer bestimmten Stellung auch ein bestimmter Zeitmoment entspricht, so läfst sich aus der ersteren der letztere feststellen.

In den Ephemeriden sind die Distanzen des Mondes von der Sonne, den Planeten und einer Anzahl zu solchen Beobachtungen geeigneter, d. h. in der Nähe der Mondsbahn liegender Fixsterne für bestimmte Zeiten des ersten Meridians — im deutschen nautischen Jahrbuch von 3 zu 3 Stunden Greenwicher Zeit — angegeben, und mit Hülfe derselben läfst sich für eine beobachtete Distanz die zugehörige Zeit des ersten Meridians finden. Die in demselben Augenblick an 2 Orten der Erdoberfläche gemessene Distanz ist infolge des Einflusses der Parallaxe und der Refraktion, welche von der Höhe des Gestirns über dem Horizont abhängig, verschieden; befreit man die beobachteten Distanzen aber von den genannten Einflüssen, d. h. reduzirt man sie auf den Erdmittelpunkt, so müssen die so erhaltenen wahren Distanzen für beide Orte gleiche Gröfse haben. Die in den Ephemeriden für die Zeiten des ersten Meridians berechneten Distanzen beziehen sich auf den Erdmittelpunkt und es müssen daher auch die gemessenen Distanzen auf diesen zurückgeführt werden, um sie mit den ersteren vergleichen zu können. Diese Reduktion ist mit einer im Verhältnifs zu anderen nautischen Rechnungen ziemlich umständlichen Arbeit verknüpft; sie erfordert die Ermittelung der wahren Höhen und der scheinbaren, d. h. mit Refraktion und Parallaxe behafteten Höhen beider Gestirne — entweder durch direktes Messen der letzteren vor und nach der Distanzbeobachtung und Reduzirung derselben auf den Zeitpunkt der Distanz und Ableitung der wahren Höhen aus den scheinbaren, oder Berechnung der wahren Höhen und Ableiten der scheinbaren aus diesen — und das Zusammentragen vieler kleiner Korrektionen. Zur Lösung der Aufgabe sind eine Anzahl verschiedener Methoden vorgeschlagen und in Gebrauch, die zum Theil eine möglichst grofse Genauigkeit, zum Theil eine möglichst einfache und leichte Rechnung im Auge haben; die letzteren sind die auf See gebräuchlicheren.

Die zu erwartende Genauigkeit der Zeit- resp. Längenbestimmung ergiebt sich aus der Schnelligkeit der Mondsbewegung. Derselbe schreitet täglich um 12—13°, in einer Stunde ca. $\frac{1}{2}°$, in einer Sekunde $\frac{1}{2}''$ fort, demnach wird ein Fehler von 1″ in der Distanz einen Fehler von 2 Sekunden in Zeit oder 30 Bogensekunden in Länge zur Folge haben. — Bei Erwägung der schwierigeren Beobachtung von Monddistanzen und des Einflusses, welchen geringe unvermeidliche Beobachtungsfehler unter den vorgenannten Verhältnissen auf das Resultat ausüben, folgt ohne weiteres die Ueberlegenheit der Längenbestimmungen durch Chronometer über diejenigen durch Monddistanzen,

und unter weiterer Berücksichtigung der mit den letzteren verbundenen schwierigen und umständlichen Rechnungen ist es leicht erklärlich, dafs die Chronometer die Methode der Monddistanzen in der Navigation mehr und mehr verdrängt haben. Eine nicht zu unterschätzende Bedeutung aber behalten die Monddistanzen immer für den Fall der Noth, bei Störungen im Chronometergange oder auch auf längeren Reisen, wenn sich keine andere Gelegenheit zur Regulirung der Chronometer bietet, zur Kontrole derselben. In diesem Falle darf man sich aber nicht mit einer Monddistanz begnügen, sondern mufs eine ganze Reihe guter Beobachtungen kombiniren.

Die Längenbestimmung mittelst Beobachtung von Sternbedeckungen durch den Mond ist der Methode der Monddistanzen verwandt, indem sie ebenfalls das schnelle Fortschreiten des Mondes benutzt, um aus seinem Stande in einem bestimmten Moment die demselben entsprechende Zeit des ersten Meridians abzuleiten. Man beobachtet den Moment des Verschwindens und Wiedererscheinens eines Sternes hinter der Mondscheibe, bestimmt daraus die Koordinaten (Rektascension und Deklination) des wahren, d. h. von dem Erdmittelpunkte aus gesehenen Mondortes und weiter aus diesen und mit Hülfe der in den Ephemeriden gegebenen Elemente die Zeit des ersten Meridians. Die Länge erhält man wie gewöhnlich durch Vergleich der letzteren mit der Ortszeit. Wenngleich diese Methode keine Winkelmessungen erfordert und daher unabhängig von den damit zusammenhängenden Fehlern ist, so ist doch die Beobachtung an Bord mittelst des dazu erforderlichen Fernrohrs bei dem bewegten Stande nicht ohne Schwierigkeit, auch verlangt die Reduction der Beobachtungen auf den Erdmittelpunkt nicht minder umständliche Rechnungen als die Monddistanzen, so dafs diese Methode ebenfalls nur verhältnifsmäfsig selten zur Anwendung gelangt.





Aeltestes Wetterjournal.

Auf die Autorität Alexander von Humboldts hin hatte man bisher gewöhnlich angenommen, dafs das älteste Wetterjournal von Christoph Columbus auf seiner ersten Entdeckungsfahrt im Jahre 1492 geführt worden sei. Ich hatte indessen in dieser Zeitschrift, II. Jahrgang S. 115, gezeigt, dafs es Columbus nicht gewesen ist, und die Vermuthung ausgesprochen, dafs schon früher irgend ein zur Beobachtung besonders geneigter Gelehrter, wahrscheinlich ein Mönch, zum ersten Male die Witterungserscheinungen Tag für Tag verfolgt und niedergeschrieben habe. Wer dies zuerst gethan, vermochte ich freilich nicht zu sagen; doch glaubte ich, dafs es in Italien im 15. Jahrhundert geschehen sei, weil der allgemeine Stand der Bildung in Italien damals gröfser als in anderen Ländern war und weil ein Jahrhundert später fast alle meteorologischen Instrumente von italienischen Gelehrten erfunden worden sind.

Nun habe ich aber inzwischen bei der Lektüre eines alten Bandes der von der Royal Society in London herausgegebenen „Philosophical Transactions" eine höchst merkwürdige Stelle gefunden, welche mich zu der Meinung führte, dafs das älteste Wetterjournal in England und zwar schon im 14. Jahrhundert geführt worden ist.

Im Jahrgang 1685 genannter Publikation steht nämlich auf S. 931 in deutscher Uebersetzung wörtlich, wie folgt:

> „Der fleifsige Walter Merle, Mitglied von Merton Coll .... beobachtete das Wetter hier in Oxford jeden Tag des Monats, zusammen sieben Jahre, nämlich von Januar 1337 bis Januar 1344. Das Manuskript dieser Beobachtungen ist noch in der Bodleyan-Bibliothek vorhanden."

Da dieser so bestimmte Ausspruch des Oxforder Naturforschers Robert Plot ganz übersehen oder vergessen zu sein schien, theilte ich ihn Herrn G. J. Symons für das von ihm herausgegebene „Meteorological Magazine" mit und ersuchte um Nachforschungen nach diesem für die Meteorologie so werthvollen Manuskripte. Schon nach wenigen Wochen hatte ich die Freude zu hören, dafs dasselbe Dank

der eifrigen Bemühungen des in meteorologischen Fachkreisen wohl bekannten Oberst Ward gefunden worden ist.

Man geht nun daran, das aus zehn grofsen Pergamentblättern bestehende Manuskript auf photographischem Wege zu reproduziren, zu entziffern und (aus dem Altenglischen bezw. Angelsächsischen) zu übersetzen. Da nur eine beschränkte Zahl von Kopien hergestellt werden soll, mache ich Interessenten darauf aufmerksam, dafs sie sich eine solche nur sichern können durch sofortige Anmeldung der Subskription bei Herrn G. J. Symons (62 Camden Square, London N.W.) zu dem mäfsigen Preise von einer halben Guinea pro Exemplar (ca. 10,5 Mark).

Ich bin übrigens fest überzeugt, dafs damit die Frage nach dem ältesten Wetterjournal noch nicht endgültig abgethan ist. Es kann sehr wohl in einem Archiv oder in der Manuskripten-Abtheilung einer grofsen Bibliothek ein noch älteres derartiges Dokument verborgen liegen und ebenso gelegentlich an den Tag kommen, wie das von mir von Berlin aus aufgestöberte Oxforder Manuskript Walter Merles. Vorerst aber gebührt „Old England" der Ruhm, das älteste Wetterjournal mit regelmäfsigen täglichen Beobachtungen aufweisen zu können.

Professor Dr. G. Hellmann.



Aegyptische, phönizische und indische Mythen über Kosmogonie.

Das bekannte Wort des alten Rabbi Ben-Akiba, „dafs Alles schon einmal da gewesen", läfst sich, wie auf so Vieles, auch auf die Grundtheorie unserer heutigen Natur- und Weltanschauung: auf die Kantsche Schöpfungstheorie, wenigstens in ihrem Keime, zur Anwendung bringen; denn als 1754 Deutschlands gröfster Denker diejenige kosmogonische Hypothese aufstellte, welche in ihrer einheitlichen Durchführung noch heute die meisten Naturforscher befriedigt, dachten vielleicht nur wenige daran, dafs schon vor mehr denn 4000 Jahren am Nil und Euphrat das grofse Problem der Weltschöpfung auf eine ebenso wunderbare, wie scharfsinnige Weise hypothetisch erklärt wurde, und dafs Aegypter und Babylonier, nach Abstreifung des mythologischen Gewandes, bereits eine ziemlich richtige Vorstellung von der Entstehung des Universums besafsen.

Das alte Aegypten ist wohl längst untergegangen, nur noch Trümmer sind vorhanden, aber an den noch stehenden Tempelwänden und in den Grabesbauten ist uns die Geschichte dieses hochbegabten Volkes aufbewahrt; Jahrhunderte lang schien Aegypten vergessen,

seine Hieroglyphenschrift ein todtes Dokument, das erst 1799 durch Auffindung des sogen. Steins von Rosette durch Mariette neues Leben erhielt, indem durch die hierdurch bewirkte Entzifferung der Inschriften das Siegel gelöst wurde, welches bis dahin auf der ägyptischen Sprache lag. Auf diese Weise hat man auch Einblick gewonnen in seine älteste Sagengeschichte und insbesondere in seine Kosmogonie.

So fand man denn auch eine Inschrift in einer kleinen Kammer, welche mit dem Saale des berühmten Königsgrabes Seti I (um 1350 v. Chr.) in dem thebanischen Todtenthale von Biban-el-muluk durch eine schmale Thür in Verbindung stand, und in 95 langen Kolonnen die vier Seiten der Kammer bedeckte.

Ein Schweizer Gelehrter, Naville, hat es unternommen, den noch erhaltenen Theil der Darstellungen und Inschriften in einem Aufsatz unter dem Titel: „La destruction des hommes par les Dieux" zu veröffentlichen, und ist diesem das Folgende entnommen.

Von Ewigkeit her befand sich im dunklen Weltenraume die flüssige Urmaterie Nun. Ueber ihr schwebte Nen (die die Urmaterie bewegende Schöpfungskraft), als ein darüber hinziehender Hauch (Nebel) gedacht, der den noch ungeschiedenen dunklen Urstoff in Bewegung brachte, wodurch es zu einer Mischung und Durcheinanderfluthung in ihm kam, die schliefslich zur Sonderung des Festen und Flüssigen führte. (Der in tiefster Finsternifs ruhende Weltenraum ist personifizirt gedacht als Kek d. i. Finsternifs). „Die Urmaterie, die unendliche Zeit, der finstere Raum und die Nacht, alle vier unzertrennlich, enthielten die Keime der zukünftigen geordneten Welt." In diesem unendlichen Chaos erscheint der von Ewigkeit her geborene Ra in Gestalt eines kleinen Kindes: und es wird Licht!

Von diesem Augenblick an nimmt die Weltschöpfung ihren Anfang. Aus dem Speichel des Ra entstand der Wolkengott Schu und die Regengöttin Tafnut. Diese zeugen den Keb und Nut, deren Kind Osiris tief unter der Erde als König der Todten herrschen soll.

Ra, als Gott des Himmels und der Erde, bewirkt durch sein Wort die Sonderung des Festen und Flüssigen als Wasser und Land, auf welch' letzterem nun Pflanzen und Thiere entstehen. Die ägyptische Kosmogonie, als spezieller Theil der Mythologie gefafst, hat damit gleichzeitig ihr Ende erreicht; tiefer in das Wesen der Schöpfung einzudringen, war den Hütern ägyptischer Gelehrsamkeit nicht möglich!

In neuerer Zeit ist gerade über den wichtigsten Punkt, über die Urmaterie Nun, ein Gelehrtenstreit entstanden, indem Prof. Hommel in

München nachzuweisen sucht, dafs, da das Nun in der babylonischen Kosmogonie, als die grofse Wassertiefe gedacht, sich ebenfalls findet, die babylonische Kultur älter als die ägyptische sei, doch ist hier nicht der Ort, auf diese Frage näher einzugehen; nur soviel sei erwähnt, dafs auch die alten Babylonier alles Irdische und Himmlische sich aus einem Stoffe (eben dem Urwasser Nun) hervorgegangen dachten, der durch eine Kraft Leben und Bewegung erhielt. — Nicht unerwähnt wollen wir aber lassen, dafs es verkehrt wäre, die sog. Mosaische Schöpfungsgeschichte, sowie sie uns im 1. Kapitel des 1. Buches Mose überliefert ist, neben die eben erwähnten uralten mythologischen Ueberlieferungen zu stellen. Diese ist vielmehr ein Produkt viel späterer Zeit, sonach jünger als die ägyptische und babylonische Schöpfungssage; sie ist entstanden aus der phönizischen.

Auch die indische und phönizische Religion beginnen ihre Schöpfungsmythen mit dem Chaos (bohu). Sanchoniathon, ein phönizischer Priester, hatte eine Art Genesis verfafst; er sagt: „Im Anfang war das Chaos (bohu), und das Chaos war finster und stürmisch bewegt und der Hauch (ruach) schwebte über dem Chaos. — Und dieser war unbegrenzt und hatte Aeonen, keine Schranken. — Da ward der Geist von Liebe entzündet zu seinen eigenen Anfängen, und es entstand eine Durchdringung und diese Verflechtung ward genannt Sehnsucht (chefef). — Dieses ist der Anfang aller Schöpfung: der Geist selbst aber hatte kein Bewufstsein seiner Schöpfung. — Aus der Durchdringung des Geistes und des Chaos entstand der Schlamm (môt), und aus môt ward aller Samen der Schöpfung und môt war der Vater aller Dinge; môt aber hatte die Gestalt eines Eies. — Und es erglänzten die Sonne, der Mond, die Sterne und grofsen Gestirne. — Es waren aber auch Geschöpfe ohne Bewufstsein da, und aus diesen lebendigen Wesen entstanden die vernunftbegabten, und man nannte sie T'ophesamim (Betrachter des Himmels). — Da wurden durch den Donnerhall des Kampfes der Elemente, die sich zu trennen begannen, diese vernunftbegabten Wesen gleichsam aus ihrem Schlummer aufgeweckt, und die Männchen und Weibchen fingen an sich zu regen (und sich aufzusuchen auf Erden und im Meere).“

Man sieht, wie auch hier ein Körnchen Wahrheit in der kosmogonischen Sage enthalten ist.

Berühren wir endlich noch die indische Kosmogonie, so hatten auch die alten Inder Himmel und Erde aus dem Chaos entstanden sich gedacht: Weltenräume, Weltgebiete oder Dunstkreise werden zweimal drei gezählt, drei helle und drei dunkle, die das ganze Weltall

ausmachen. Hervor gingen die Räume aus Uttânapad, „der Gebärerin." Bhû, die Welt, ward aus Uttânapad, aus Bhû die Räume geboren. Aus der Aditi (Unendlichkeit) entsprang Daxa, „der tüchtige, willenskräftige", von Daxa hinwiederum wurde Aditi gezeugt." Doch über den letzten Schöpfungsgrund kam dieses hochbegabte Volk nicht hinaus! Das Rigveda spricht sich hierüber in tiefsinniger Weise aus

„Fürwahr, wer weifs, wer mag es hier verkünden,
woher erstand, woher sie kam, die Schöpfung?
es sind die Götter diesseits jenes Schaffens —
und drum, wer weifs, von wo es her geworden.
Von wo sie her geworden, diese Schöpfung,
ob sie gemacht ward, ob sie nicht gemacht ward;
wer darob niederschaut vom höchsten Himmel,
der weifs es wahrlich — oder weifs es auch nicht."

So schliefst das merkwürdige Gedicht, von dem ein neuerer Erklärer sagt, dafs es zu denen gehöre, „die gleichsam als Gradmesser dienen für die Tiefe der Abstraktion, zu der die Denker sich hindurch gearbeitet haben." —

Aus dieser kurzen Skizze haben wir unschwer erkannt, dafs die Lösung des Problems der Entstehung des Kosmos schon seit Jahrtausenden die Menschheit beschäftigte, und dafs die Kernworte unserer heutigen Natur- und Weltanschauung: „Kraft und Stoff" schon den Alten in mythologischer Form bekannt waren.

L. Henning.



Erscheinungen am Sternenhimmel vom 15. Mai bis 15. Juni.
(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Sonne und Mond.

Sonnenauf- und Untergang: am 1. Juni 3h 46m Mg., 8h 10m Ab., am 15. Juni 3h 39m Mg., 8h 22m Ab. — Zunahme der Tageslänge Mai—Juni 1h 2m

Zeitgleichung und Sternzeit im mittleren Mittage:

	Zeitgleichung	Sternzeit		Zeitgleichung	Sternzeit
19. Mai	— 3m 43s	3h 47m 20s	4. Juni	— 1m 58s	4h 50m 25s
23. „	— 3 29	4 3 6	8. „	— 1 15	5 6 11
27. „	— 3 6	4 18 52	12. „	— 0 28	5 21 57
31. „	— 2 36	4 34 38			

Die Beträge der Zeitgleichung (hier subtraktiv) sind zu den Angaben wahrer Zeit zu fügen, um mittlere Zeit zu erhalten. Die Werthe der Sternzeit an Tagen, für welche sie hier nicht angegeben sind, erhält man durch Addition von 3m 56s,5 pro Tag.

Entfernungen der Sonne und des Mondes von der Erde und scheinbare Durchmesser:

Sonne			Mond		
	Entfernung	Durchm.		Entfernung	Durchm.
1. Juni	20,330 000 Meil.	31' 35"	1. Juni	49,800 Meil.	32' 23"
15. „	20,362 000 „	31 32	15. „	54,300 „	29 42

Auf- und Untergang des Mondes.

		Aufgang	Untergang
17. Mai	Erdferne	0h 36m Nm.	2h 22m Mg.
23. „	Vollmond	7 57 Ab.	3 44 „
30. „	Letztes Viertel	1 17 Mg.	10 35 Vm.
31. „	Erdnähe	1 36 „	Mittag.
6. Juni	Neumond	3 23 „	8 25 Ab.
14. „	Erstes Viertel u. Erdferne	11 30 Vm.	0 43 Mg.

Totale Mondfinsternifs am 23. Mai.

Anfang der Totalität 6h 43m Abends
Mitte der Finsternifs 7 23 „
Ende der Totalität 8 3 „

Die Finsternifs ist in Asien, Afrika, Europa und zum Theil in Australien sichtbar. In Berlin wird von der Totalität der Verfinsterung nur noch das Ende gesehen werden, da der Mond erst eine halbe Stunde nach der Mitte der Finsternifs aufgeht.

Ringförmige Sonnenfinsternifs am 6. Juni. Die Centralitätskurve dieser Finsternifs liegt nahe dem 80. Grade nördl. Breite über dem Eismeere nördlich der sibirischen Küste; die Verfinsterung wird in Nordsibirien, Kamtschatka, Novaja-Semlja und Nordamerika besonders auffällig sein, in Europa ist nur die Partialität sichtbar; für Berlin wird etwa 6h Abends der 3. Theil der Sonne verfinstert erscheinen.

2. Die Planeten.

Merkur ist vor Sonnenaufgang sichtbar und erreicht am 19. Mai seine Sonnenferne.

	Auf- und Untergang[1]		Entfernung von der Erde
15. Mai	4h 0m Mg.	7h 0m Ab.	11,230 000 Meilen
1. Juni	3 15 „	5 45 „	14,960 000 „
15. „	2 45 „	6 15 „	20,230 000 „

Venus ist fast eine Stunde lang vor Sonnenaufgang zu sehen.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Mai	3h 15m Mg.	4h 30m Nm.	26,570 000 Meilen
1. Juni	2 45 „	5 15 „	28,540 000 „
15. „	2 30 „	6 0 „	29,990 000 „

Mars ist nur noch in der ersten Abendstunde sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Mai	5h 0m Mg.	10h 0m Ab.	49,310 000 Meilen
1. Juni	4 45 „	9 45 „	50,740 000 „
15. „	4 30 „	9 30 „	51,710 000 „

Jupiter wird besser beobachtbar, bald nach Mitternacht.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Mai	2h 0m Mg.	1h 0m Nm.	105,170 000 Meilen

[1] Die Zeiten der Auf- und Untergänge werden hier, für den praktischen Gebrauch hinreichend, nur auf Viertelstunden angegeben.

1. Juni	1 0 „ 0 0 Mittg.	100,000 000 „
15. „	0 15 „ 11 45 Vm.	95,640 000 „

Saturn ist noch bis in die Morgenstunden sichtbar.

	Auf- und Untergang	Entfernung von der Erde
15. Mai	0h 30m Nm. 2h 15m Mg.	181,340 000 Meilen
1. Juni	11 15 Vm. 1 15 „	186,930 000 „
15. „	10 30 „ 0 15 „	191,560 000 „

Uranus culminirt etwa um 9h Abends und bleibt bis gegen den Morgen sichtbar.

	Auf- und Untergang	Entfernung von der Erde
15. Mai	5h 0m Nm. 3h 30m Mg.	352,100 000 Meilen
1. Juni	4 0 „ 2 15 „	355,300 000 „
15. „	3 0 „ 1 15 „	358,900 000 „

Neptun steht westlich von Mars und etwas südlicher als dieser, in der Nähe des hellen Sternes Aldebaran, und kann nur noch in der Abenddämmerung gesehen werden.

	Auf- und Untergang	Entfernung von der Erde
15. Mai	4h 45m Mg. 8h 45m Ab.	617,700 000 Meilen
1. Juni	3 45 „ 7 45 „	618,200 000 „
15. „	3 0 „ 6 45 „	617,400 000 „

Orte der Planeten:

	Venus		Mars		Jupiter		Saturn	
	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.
13. Mai	1h 13m	+ 5°48'	4h 58m	+ 23°30'	23h 1m	— 7°25'	10h 50m	+ 9°38'
18. „	1 35	+ 8 0	5 13	+ 23 50	23 3	— 7 9	10 50	+ 9 35
23. „	1 58	+ 10 8	5 27	+ 24 6	23 6	— 6 55	10 51	+ 9 34
28. „	2 21	+ 12 12	5 42	+ 24 17	23 8	— 6 41	10 51	+ 9 31
2. Juni	2 44	+ 14 10	5 56	+ 24 22	23 10	— 6 29	10 52	+ 9 26
7. „	3 8	+ 15 59	6 11	+ 24 22	23 12	— 6 19	10 52	+ 9 21
12. „	3 32	+ 17 39	6 25	+ 24 17	23 14	— 6 10	10 53	+ 9 15

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

21. Mai	I. Trabant.	Verfinsterungseintritt	3h 49m Morg.
5. Juni	I. „	„	2 6 „
2. „	II. „	„	3 22 „

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(für Berlin sichtbar.)

		Gröfse	Eintritt	Austritt
1. Juni	* 33 Piscium	5.0m	1h 57m Mg.	2h 53m Mg.

5. Orientirung am Sternenhimmel.

Während Mai-Juni treten um 9h Abends in Culmination die Sternbilder Bootes, der Drache und kleine Bär; im Aufgange um dieselbe Zeit sind Schwan, Fuchs, Delphin, im Untergange Krebs und Hydra. Der Adler (Atair) geht vor 9h auf, Procyon geht um 9h unter, Castor und Pollux sinken erst um Mitternacht unter den Horizont. — Die folgende Tafel enthält die Culminationszeiten heller Sterne zwischen 9h Abends bis 3h Morgens:

Culminirende Sterne	Helligkeit	Culmination am 23. Mai	am 1. Juni	am 8. Juni	am 15. Juni
α Virginis (Spica) . .	1^m	$9^h\ 15^m$ Ab.	$8^h\ 40^m$ Ab.	$8^h\ 12^m$ Ab.	$7^h\ 45^m$ Ab.
α Bootis (Arctur) . . .	1	10 16 „	9 31 „	9 3 „	8 36 „
α Librae	2.3	10 40 „	10 5 „	9 38 „	9 10 „
α Scorpii (Antares) . .	1.2	0 18 Mg.	11 42 „	11 14 „	10 47 „
α Ophiuchi	2.0	1 25 „	0 49 Mg.	0 22 Mg.	11 54 „
α Lyrae (Wega) . . .	1	2 28 „	1 53 „	1 25 „	0 57 Mg.
α Aquilae (Atair) . . .	1.3	3 40 „	3 5 „	2 37 „	2 10 „
γ Cygni	2.4	4 12 „	3 38 „	3 10 „	2 43 „
α Cygni (Deneb.) . . .	1.6	4 32 „	3 56 „	3 29 „	3 2 „

6. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1891 Rectas.	Declin.
R Canis min.	3. Juni	7.5^m	10^m	$7^h\ 2^m\ 43^s$	+ 10° 11'7
V Geminorum	9. „	8.5	12.5	7 17 3	+ 13 17.9
S Canis min.	1. „	7—8	11	7 26 48	+ 8 33.1
T Hydrae	5. „	7—8	12	8 50 22	— 8 43.3
R Virginis	6. „	7	10	12 32 59	+ 7 35.3
U „	9. „	8	12.5	12 45 34	+ 6 8.7
S Herculis	8. „	6	12	16 46 56	+ 15 7.4
S Ophiuchi	2. „	8	12	17 1 31	— 15 56.9
W Capricorni	16. Mai	7	9	20 8 4	— 22 18.8
T Aquarii	18. „	7	12.5	20 44 11	— 5 33.0
R Lacertae	18. „	8.5	13	22 38 25	+ 41 48.0

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

U Cephei . . 16. Mai, 21., 26., 31. Mg., 5. Juni, 10., 15. Mg.
U Coronae . . 17. Mai, 24., 31. Mg., 7. Juni, 14. Mg.
δ Librae . . 19. Mai, 24. Mg., 28. Ab. 2. Juni, 7. Mg., 11. Nm.
S Cancri . . 17. Mai Mg., 26. Ab., 5. Juni Vm., 14. Ab.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode.

U Monocerotis 10. Juni.

7. Meteoriten.

Für den Monat Mai—Juni sind keine periodischen Meteoritenschwärme zu bemerken.

8. Nachrichten über Kometen.

Barnard und Denning haben nahe gleichzeitig Ende März einen Kometen mittlerer Helligkeit aufgefunden, der sich mit beträchtlicher Geschwindigkeit aus seiner anfangs nördlichen Stellung am Himmel der Sonne näherte und nach Mitte April schon für die Beobachtung verschwand; erst im Mai und Juni dürfte der Komet wieder noch auf einige Zeit beobachtbar werden. — Für die Sommermonate wird auch die Rückkehr eines periodischen, von Wolf in Heidelberg im September 1884 entdeckten Kometen erwartet; dieses Gestirn erreicht am 10. Juli d. J. wiederum seine Sonnennähe und wird uns voraussichtlich in der Gegend der „Fische“ und des „Widder“ sichtbar werden.





J. N. Lockyer, The Meteoritic Hypothesis, a statement of the results of a spectroscopic inquiry into the origin of cosmical systems. — London. Macmillan & Co., 1890.

Der um die spektralanalytische Erforschung des Sonnenkörpers so verdienstvolle englische Forscher fafst in dem vorliegenden Buche seine schon seit längerer Zeit in verschiedenen Zeitschriften ausgesprochenen eigenthümlichen Ansichten über die Beschaffenheit der Himmelskörper in populärer Weise, aber zugleich mit Beibringung zahlreicher wissenschaftlicher Beobachtungen und Gründe, zusammen. Lockyer entfernt sich, kurz gesagt, in seinen Ideen vollkommen von dem, was der gröfste Theil der Spektralanalytiker unserer Zeit für fundamental annimmt. Während letztere durch die Ergebnisse der Spektra der Kometen und Nebelflecke geneigt sind, die Grundprinzipien der Kant-Laplaceschen Hypothese über die Entstehung unseres Sonnensystems als richtig zuzugeben, sucht Lockyer einen völlig anderen Standpunkt, indem er unter der Annahme von Meteoritenschwärmen als gemeinsamer Ursache, die differenten Erscheinungen an Kometen, Nebeln, veränderlichen und gewöhnlichen Sternen zu erklären sucht. Sein Buch beginnt demgemäfs mit einer Darstellung unseres Wissens über die Beschaffenheit der Meteore, deren Zusammensetzung und deren Spektra. Indem er dann auf Meteoritenschwärme im allgemeinen und die stationären des Sonnensystems übergeht, nähert er sich der Vorbereitung der Grundlage seiner Theorie: einestheils bestehend in gewissen Uebereinstimmungen der Bahnen von Kometen und Meteoritenschwärmen, anderntheils abgeleitet aus gewissen Analogien der Spektra dieser beiden Arten von Himmelskörpern. Beide Grundlagen sind jedoch durchaus nicht einwurfsfrei: die Identifizirung der Bahnen von Meteoritenschwärmen mit denen von Kometen ist von mancher Seite allzusehr übertrieben worden, und die Lockyerschen Behauptungen über die Gemeinsamkeit mancher Spektra von Kometen und Schwärmen haben Widerspruch erfahren. Unter Beibehaltung dieser Basis zeigt Lockyer, dafs sich die Spektra der Kometen verändern, je nachdem sich diese Himmelskörper der Sonne nähern oder sich von ihr entfernen, dafs das Leuchten der Kometen durch Zusammenstöfse von Meteoriten hervorgebracht werde und dafs jene Veränderung der Kometenspektra von der Menge der Wärme abhänge, welche bei diesen Zusammenstöfsen frei wird. Auf Grund von Vergleichungen der Kometenspektra mit den Spektren verschiedener Nebelflecke gelangt dann Lockyer zur Erweiterung der Meteoritenhypothese auch für Nebel. Es wird dargethan, dafs die gewöhnlichen Nebelflecke durch Kollision von solchen Meteoriten entstehen können, die in verschiedenen elliptischen Bahnen um ein Gravitationscentrum laufen; je nach der Excentricität dieser Bahnen bilden sich feste grofse Kerne mit umgebenden ausgedehnten Atmosphären oder blofse Nebelsterne. Darauf geht Lockyer auf die Sterne über und sucht eingehenden Nachweis zu liefern, dafs die Spektra der Sterne in ihren Haupttypen völlige Uebereinstimmung mit den Spektren der Nebel und Kometen zeigen, demnach auch bei den Sternen die Meteor-

hypothese nicht abzuweisen sei. Schliefslich schlägt er eine neue Gruppirung der Himmelskörper vor, und zwar in sieben Gruppen, je nachdem in den Spektren helle Linien oder Absorptionslinien vorherrschen. Lockyer erklärt weiter die Farben der Sterne aus deren Temperatur und den die Sterne bildenden Schwärmen. Die veränderlichen Sterne sind noch nicht concentrirte Meteorströme oder aus letzteren entstandene, noch wenig feste Massen; die Regelmäfsigkeit der Lichtperiode wird hervorgebracht durch Schwärme, welche um andere Körper kreisen, bei den irregulären Sternen ist der Lichtwechsel verursacht durch die Rotation mehrerer Schwärme um einander oder durch Eindringen von Meteorströmen in die Sternsysteme. Auch die sogenannten neuen Sterne entstehen durch das Zusammenstofsen von Meteoritenschwärmen. Aus Vergleichungen der Gröfsen der Sterne und ihrer Farben wird bei Doppelsternen und mehrfachen Sternsystemen der Schlufs gezogen, dafs sich diese aus Doppel- resp. mehrfachen Nebeln kondensirt haben. Zuletzt fafst Lockyer seine Ansichten in 27 Thesen zusammen.

Aus den hier in aller Kürze skizzirten Hauptideen Lockyers ersieht man wohl hinreichend, wie weit die Meteorhypothese über das allermeiste hinausgeht, was derzeit als positive Grundlage der Spekulation über die Konstitution der Weltkörper betrachtet wird. Der Standpunkt der Gegner scheint nun ein solcher zu sein, dafs sie es vielleicht als überflüssig erachten, der Hypothese mit einer Widerlegung entgegen zu treten. Nachdem aber durch die bestechende populäre Form, in welcher in dem neuen Buche die Hypothese der Allgemeinheit zugänglich gemacht wird, die Gefahr erwächst, dafs in Nichtfachkreisen, welche an dem zahlreichen von Lockyer vorgeführten Beobachtungsmateriale keine Kritik üben können, die neue Anschauung Beifall finden und daher zu einer Reihe gewagter Folgerungen bald entsprechend ausgebeutet werden möchte, so wäre es doch meines Erachtens nach angezeigt, wenn von berufener Seite eine, allerdings erhebliche Zeit beanspruchende, eingehende Widerlegung der Meteorhypothese unternommen würde. F. K. Ginzel.

v. Urbanitzky und Zeisel, Physik und Chemie. Eine gemeinverständliche Darstellung der physikalischen und chemischen Erscheinungen in ihren Beziehungen zum praktischen Leben. In ca. 36 Lieferungen à 50 Pf. Wien, A. Hartlebens Verlag.

Bei der stetig zunehmenden Bedeutung, welche die physikalischen und chemischen Wissenszweige im modernen Culturleben erlangen, mufs jedes Werk, welches es sich zur Aufgabe stellt, das Verständnifs für diese Kenntnisse weiteren Kreisen zugänglich zu machen, mit Freude begrüfst werden. Eine in grofsen Zügen entworfene Schilderung aller physikalischen und chemischen Erscheinungen von Bedeutung, unter Fortfall von Einzelheiten und Nebensächlichem und in möglichst allgemein verständlicher Form, hatten die Herren Verfasser beim Beginn des Erscheinens in Aussicht gestellt, und wir können Ihnen nunmehr, nachdem die gröfsere Hälfte des Werkes vollendet vor uns liegt, ohne Bedenken zu dem Gelingen ihrer nicht leichten Aufgabe Glück wünschen, ein Erfolg, der übrigens auch schon auf Grund der früheren trefflichen Leistungen derselben Autoren von vorn herein kaum fraglich sein konnte. Die allenthalben in den Vordergrund gestellte Beziehung der dargestellten Forschungsergebnisse zur praktischen Verwerthung derselben in Industrie und Technik verleiht dem Werke einen werthvollen Vorzug vor den oft genug zu doktrinär abgefafsten Lehrbüchern der Experimentalwissenschaften, und es wird aus diesem Grunde vielfach auch der theoretisch bereits ausgebildete Fachschüler Anregung und Belehrung neben nützlicher und an-

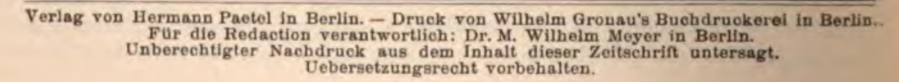
genehmer Wiederholung des schon Bekannten dem Buche entnehmen können, das, wie von der rühmlichst bekannten Verlagshandlung nicht anders zu erwarten war, aufs beste mit instruktiven Illustrationen ausgestattet ist. F. Kbr.

J. L. E. Dreyer, Tycho Brahe. A picture of scientific life and work in the sixteenth century. Edinburgh, A. a. Ch. Black, 1890. Gr. 8°. 405 S.

Eine nützlichere Unterhaltung giebt es kaum, als die Lekture guter Biographien ausgezeichneter Männer, zumal wenn dieselben, wie es die vorliegende umfangreiche Lebensbeschreibung Tycho Brahes thut, gleichzeitig ein anschauliches und mit wenigen Zügen treffend gezeichnetes Bild einer längst vergangenen und dadurch unserem unmittelbaren Verständnifs entrückten Zeitepoche entwerfen. Dreyers sorgfältige Arbeit füllt aber auch eine wesentliche Lücke aus in den Hilfsmitteln, welche dem wissenschaftlichen Studium der Wiedergeburt der Sternkunde bisher zu Gebote standen. Während das Leben des Copernicus durch Prowe, Keplers Schicksale durch Frisch, Galileis Verfolgungen durch eine ganze Litteratur und Newtons Entwicklungsgang durch Brewster bereits eine meisterhafte Darstellung erfahren haben, fehlte bis jetzt eine auf dem gegenwärtigen Standpunkte der Geschichtsforschung stehende Tychobiographie, denn die Gassendische Biogrophie vom Jahre 1655 läfst gar viele Verhältnisse völlig im Dunklen, über die durch die Veröffentlichung neu aufgefundener Manuskripte nunmehr klares Licht verbreitet ist. Es steht zu erwarten, dafs auf Grund der neuen Darstellung die eigenartige Bedeutung des vielfach unterschätzten Tycho Brahe, den Dreyer als den Reformator der beobachtenden Astronomie bezeichnet, allerseits in richtiger Weise gewürdigt werden wird. — Das Buch ist übrigens auch vornehm ausgestattet; es bietet neben einem Portrait Tychos Abbildungen einiger durch seinen Aufenthalt interessant gewordener Oertlichkeiten in trefflich ausgeführtem Lichtdruck, und auch die vom Altmeister verwendeten Instrumente wird der Leser aus den Kopien der in Tychos Werken enthaltenen Kupferstiche gewifs nicht ohne Interesse kennen lernen. F. Kbr.

E. Reimann, Weitere Beiträge zur Bestimmung der Gestalt des scheinbaren Himmelsgewölbes. Programm des kgl. Gymnasiums zu Hirschberg i. Schles., Ostern 1891.

Die vorjährige Abhandlung von Herrn Prof. Reimann, auf welche wir im zweiten Jahrgang S. 444, hinwiesen, erfährt durch die nun veröffentlichte zweite Beobachtungsreihe eine sehr werthvolle Ergänzung. Während nämlich bei den früheren Beobachtungen die Gestalt des Himmels als die einer Kugelcalotte vorausgesetzt wurde, stellte Reimann seine neuen Messungen derart an, dafs sie zu einer Prüfung der Richtigkeit jener Smithschen Hypothese führten. Statt, wie früher nur den Höhenwinkel der scheinbaren Mitte eines vom Zenith bis zum Horizont reichenden Bogens zu messen, wurden nämlich nunmehr auch kürzere Vertikalbögen nach dem Augenmafs halbirt die aus verschiedenen derartigen Bestimmungen folgenden Daten für die Dimensionen der Himmelscalotte können nur mit einander harmoniren, wenn die der Rechnung zu Grunde gelegte Hypothese der Wirklichkeit entspricht. In der That zeigte sich nun eine so gute Uebereinstimmung zwischen den verschiedenen Messungsreihen, dafs Reimann durch dieselben die Smithsche Hypothese von der konstanten Krümmung des scheinbaren Himmelsgewölbes für hinreichend gestützt hält, um sie auch bei ferneren Beobachtungen zu Grunde zu legen. F. Kbr.


Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.





Meteorologische Volksbücher.

Ein Beitrag zur Geschichte der Meteorologie und zur Kulturgeschichte.

Von Professor Dr. G. Hellmann,
Mitglied des Kgl. Meteorologischen Instituts zu Berlin.

Unter Volkslitteratur versteht man Schriften, welche für das Volk geschrieben, von diesem viel gelesen und stark benutzt werden. Volksbücher müssen daher einen Gegenstand sehr allgemeinen Interesses behandeln, eine durchaus verständliche Sprache führen und dürfen nicht umfangreich sein; denn das Volk hat weder Zeit, dicke Bücher zu lesen, noch Lust, viel Geld dafür auszugeben. Ein weiteres Kennzeichen der Volksbücher besteht darin, dafs ihre Verfasser häufig unbekannt bleiben oder sich hinter einem Pseudonym verstecken; sie theilen ferner das gleiche Schicksal, zumeist verbraucht oder vernichtet zu werden. Volksbücher früherer Zeit, namentlich des 15. und 16. Jahrhunderts, sind deshalb sehr selten geworden und stehen auf dem antiquarischen Büchermarkt in hohem Preise. Nur in einigen grofsen Bibliotheken — in Deutschland namentlich in München, Berlin und Dresden, in der Bibliothèque Nationale zu Paris und im British Museum zu London — findet man mehr oder weniger vollständige Sammlungen alter Volksschriften. Einzelne derselben, auch von denjenigen meteorologischen Inhalts, welche uns hier speziell interessiren, sind trotz früherer massenhafter Verbreitung wahre Unica geworden, von denen nachweislich nur ein Exemplar übrig geblieben ist, welches als litterarische Seltenheit ersten Ranges naturgemäfs sorgsam gehütet wird.

Soviel zur allgemeinen Charakteristik der Volksbücher. Man begreift leicht, dafs das Wetter oder überhaupt die Vorgänge in der Atmosphäre von jeher einen sehr passenden Vorwurf für dieselben abgaben; denn alle Welt fühlt sich vom Wetter und seinen Verände-

rungen abhängig. Auch der sich im Freien viel aufhaltende Landmann bringt den atmosphärischen Erscheinungen ein ganz natürliches und tiefer gehendes Interesse entgegen. An Volksbüchern meteorologischen Inhalts hat es darum niemals gemangelt. Gleichwohl haben sie bisher nur wenig Beachtung gefunden. Der Fachmeteorologe kennt sie zumeist kaum dem Namen nach und der Litteraturhistoriker hat den Volksbüchern, welche Sagenstoffe in Prosa oder Poesie behandeln, stets mehr Berücksichtigung geschenkt. Als ich vor einigen Jahren anfing, mich mit diesem Gegenstande näher zu beschäftigen, glaubte ich zwar in der nunmehr auch schon selten gewordenen Schrift von J. Görres: „Die teutschen Volksbücher. Nähere Würdigung der schönen Historien-, Wetter- und Arzneybüchlein, welche theils innerer Werth, theils Zufall Jahrhunderte hindurch bis auf unsere Zeit erhalten hat“ (Heidelberg 1807. 8⁰) einen Wegweiser für die meteorologische Volkslitteratur gefunden zu haben, allein ich täuschte mich; denn nur ein solches Büchlein wird daselbst (Seite 35—39) besprochen. Auch das umfangreichere Werk von Charles Nisard: „Histoire des livres populaires ou de la littérature du colportage depuis le XVᵉ siècle jusqu'à l'établissement de la commission d'examen des livres du colportage (30 novembre 1852)“ (Paris 1854. 2 Bände gr. 8⁰), welches schöne Facsimile-Reproduktionen von Titeln und Holzschnitten enthält, berührt unser Thema nur insofern, als einige alte und neue in französischer Sprache geschriebene Kalender mit Wettervorhersagungen analysirt werden. Ich war also bei dem Versuch einer Darstellung und Würdigung der meteorologischen Volkslitteratur zumeist auf eigene Nachforschungen angewiesen, wodurch sich diese bibliographisch-geschichtlichen Studien nur um so interessanter gestalteten.

Es kann natürlich nicht meine Absicht sein, alle zu meiner Kenntnifs gekommenen Schriften dieser Art hier aufzuzählen und zu besprechen; ich würde leicht einen Band von vielen Bogen damit anfüllen können. Ich will vielmehr nur die typischen Repräsentanten ganzer Gruppen von meteorologischen Volksbüchern vorführen und ihren Inhalt erläutern. Wesentlich nur deutsche Schriften sollen berücksichtigt werden; doch wird es sich dabei nicht vermeiden lassen, auch die entsprechende ausländische Litteratur kurz zu erwähnen, weil sonst das richtige Verständnifs für die Entwickelung und den inneren Zusammenhang dieser Geistesprodukte verloren ginge. Und gerade darauf lege ich besonderen Werth, nachzuweisen, wie sich bei allen Kulturvölkern nahezu dieselben Volksanschauungen hinsichtlich atmo-

sphärischer Erscheinungen entwickelt haben, und wie speziell die deutsche meteorologische Volkslitteratur durch diejenige anderer Nationen beeinflufst worden ist.

Ich werde daher der Reihe nach folgende Volksbücher meteorologischen Inhalts besprechen:

Buch der Natur des Konrad von Megenberg,
Lucidarius oder Elucidarius,
Wetterbüchlein,
Bauern-Practik oder Wetterbüchlein,
Practiken und Prognostiken,
Hundertjähriger Kalender.

Die beiden zuerst genannten Schriften sind allgemeinen naturwissenschaftlichen, z. Th. auch religiösen Inhalts und behandeln meteorologische Erscheinungen nur vom theoretischen Standpunkte aus, während sich die übrigen genannten Volksbücher mit dem praktischen Problem der Wettervorhersagung beschäftigen. Ein weiterer Unterschied zwischen beiden Gruppen besteht darin, dafs erstere Bücher bereits vor der Erfindung der Buchdruckerkunst existirten und schon in Handschriften eine relativ grofse Verbreitung fanden, während die Herausgeber der letzteren, welche zum ersten Male gleich gedruckt erschienen, natürlich von vornherein auf eine wirkliche Massenverbreitung rechnen konnten.

Das Buch der Natur

des Konrad von Megenberg ist die älteste in deutscher Sprache geschriebene Naturgeschichte. Schon deshalb verdient es gröfsere Beachtung seitens der deutschen Naturforscher, von denen bisher nur einzelne Botaniker und Anatomen — namentlich wegen der Abbildungen — dasselbe benutzt haben. Um so fleifsiger ist es dagegen von den Germanisten studirt worden, welche dieses wichtige Sprachdenkmal stets richtig gewürdigt haben.

Ueber die Lebensumstände des Verfassers hat sich nur sehr wenig Zuverlässiges ermitteln lassen.

Konrad von Megenberg stammt wahrscheinlich aus der Schweinfurter Gegend (Mainberg, früher Meienberg bei Hafsfurt) und ist ums Jahr 1309 geboren. Die ersten Studien machte er auf dem Gymnasium zu Erfurt, begab sich etwa in seinem zwanzigsten Lebensjahre nach Paris, wo er an der Universität acht Jahre lang öffentliche Vorlesungen hielt, und kehrte darauf in seine Heimath zurück. Nachdem er für kurze Zeit die Wiener gelehrte Schule bei St. Stephan

geleitet hatte, kam er 1342 nach Regensburg, wo er verschiedene kirchliche Aemter bekleidete und im Jahre 1374 als Kanonikus am Dom starb.

Wenn ich Konrad von Megenbergs vielfache litterarische Thätigkeit auf theologischem und ökonomischem Gebiete hier ganz übergehe, möchte ich doch nicht unerwähnt lassen, dafs er aufser dem „Buch der Natur" auch das erste deutsche Lehrbuch der Astronomie lieferte, indem er die „Sphaera mundi" des Joannes de Sacro Bosco übersetzte.[1])

Konrad schrieb das „Buch der Natur" ums Jahr 1350. Dasselbe ist, ebenso wie seine „deutsche Sphaera", kein originales Werk, sondern nur eine, allerdings sehr freie, wesentlich verbesserte und vermehrte Uebersetzung eines in lateinischer Sprache geschriebenen Manuskriptes „Liber de natura rerum", dessen Verfasser lange Zeit unbekannt blieb. Konrad selbst hat den Verfasser nicht gekannt; im Anfange hält er Albertus Magnus für denselben, später, bei dem Abschnitt von den Edelsteinen, kommen ihm aber Zweifel darüber: „dar umb sprich ich Megenberger, daz ich zweifel, ob Albertus daz puoch hab gemacht ze latein, wen er in andern püechern verr anders redet von den Sachen dan daz puoch redet . . . ." Erst im Jahre 1719 hat der französische Dominikanermönch Echard nachgewiesen (Scriptores Ordinis Praedicatorum recensiti . . Paris 1719—21.

[1]) Joannes de Sacro Bosco, ein englischer Gelehrter aus Holywood (= Sacro Bosco) in Yorkshire, lehrte in der ersten Hälfte des 13. Jahrhunderts an der Pariser Universität und schrieb einen Traktat über die „sphaera mundi", welcher als erstes elementares Lehrbuch der Astronomie Jahrhunderte lang in Gebrauch gewesen ist. Ja, man kann behaupten, dafs dieses kleine Buch von kaum 30 Blättern das verbreitetste astronomische Werk überhaupt ist; denn abgesehen von den zahlreichen Handschriften und den Kommentaren zur Sphaera darf man annehmen, dafs vom Jahre 1472, in dem es zum ersten Male (zu Ferrara) gedruckt wurde, bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts gegen 150 verschiedene Ausgaben von demselben erschienen sind. In Deutschland trug besonders Philipp Melanchthon viel zur Verbreitung dieses Buches bei, während die „deutsche Sphaera" Konrad von Megenbergs nahezu ganz unbekannt blieb, obwohl es die erste Uebersetzung des lateinischen Originals in eine moderne Sprache war. Erst im Jahre 1516 wurde Konrads Werk unter Verschweigung seines Namens von dem Nürnberger Konrad Heynfogel (Hainfogel) als „Sphaera materialis, eyn Anfanck oder Fundament der Ghenen da die Lust haben zu der Kunst der Astronomey" herausgegeben. Diese zuerst von Jos. Diemer im Jahre 1851 (Kleine Beiträge zur älteren deutschen Sprache und Literatur. Wien. 8°) nachgewiesene Thatsache scheint astronomischen Fachkreisen bis jetzt unbekannt geblieben zu sein, da selbst Rud. Wolf in seiner „Geschichte der Astronomie", und nach ihm andere, das Werk Heynfogels als ein originales ansehen.

2 vol. Fol.), dafs nicht Albertus Magnus, sondern ein Schüler des „grofsen Meisters“, Thomas Cantimpratensis aus Belgien, der Autor jenes Manuskriptes sei, eine Thatsache, die schon der grofse deutsche Gelehrte Tritheim im 15. Jahrhundert vermuthet hatte. Das in mehreren Handschriften (z. B. zu Paris, Haag, Lüttich, Utrecht, Stuttgart, Krakau) noch vorhandene Werk „de natura rerum“ dürfte kurz vor der Mitte des 13. Jahrhunderts verfafst sein, so dafs es schon über hundert Jahre alt war, als es Konrad von Megenberg übersetzte und dadurch zu seiner Verbreitung, wenigstens in den Ländern deutscher Zunge, nicht unwesentlich beitrug. Da Thomas' Buch von dem grofsen französischen Encyklopädisten Vincent de Beauvais (Vincentius Bellovacensis) für sein „Speculum naturale“ und von dem belgischen Gelehrten Johann van Maerlant für seine Naturgeschichte „Naturen bloeme“ stark benutzt worden ist, mufs man sehr bedauern, dafs das „Liber de natura rerum“ immer noch nicht veröffentlicht worden ist. Die belgische Akademie der Wissenschaften, welche Maerlants im 13. Jahrhundert geschriebene naturgeschichtliche Anthologie veröffentlicht hat, würde sich durch Herausgabe auch jener Schrift des Thomas Cantimpratensis sicherlich ein grofses Verdienst erwerben.

Obwohl Konrad von Megenberg von Geburt ein Franke war, hat er sein „Buch der Natur“ nicht in fränkischer, sondern in bayerisch-österreichischer Mundart geschrieben. Durch die vielen Abschreiber ist aber der ursprüngliche Text arg entstellt worden, und erst im Jahre 1861 hat der Germanist Pfeiffer es versucht, jenen wieder herzustellen. Pfeiffers kritische Bearbeitung, deren Einleitung manche werthvolle Angaben für diese Darstellung entnommen worden sind, erschien in der Reihe der Veröffentlichungen des litterarischen Vereins in Stuttgart.

Dafs Konrads Buch bereits im 14. Jahrhundert zu den gelesensten deutschen Schriften gehörte, ergiebt sich aus der grofsen Zahl noch vorhandener Handschriften desselben. Allein die Königliche Hof- und Staatsbibliothek in München besitzt deren siebzehn; in Wien sind acht, in Stuttgart drei vorhanden u. s. w.

Im Druck erschien das Buch zum ersten Male im Jahre 1475 (Augsburg bei Bämler) mit zwölf Tafeln naturhistorischer Abbildungen in Holzschnitt und wurde bis zum Jahre 1499 noch sechsmal aufgelegt, so dafs also sieben Inkunabel-Drucke des „Buchs der Natur“ vorhanden sind. Auch in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts erschien es noch mehrfach in neuen Auflagen. Seitdem war die Schrift

in Vergessenheit gerathen. Erst im Jahre 1831 hat Konrads fränkischer Landsmann Schmeller, der grofse deutsche Sprachforscher, auf die grofse Bedeutung dieses Werkes nachhaltig hingewiesen.

Der mannigfaltige Inhalt des „Buchs der Natur" erhellt am besten aus den Ueberschriften der gröfseren Abschnitte, in die es zerfällt:

1. Von dem Menschen in seiner gemainen Natur.
2. Von den Himeln und von den siben Planeten.
3. Von den Tieren in ainer gemain.
4. Von den Paumen.
5. Von den Kräutern.
6. Von den edeln Stainen.
7. Von dem Gesmaid.
8. Von den wunderlichen Prunnen.

Uns interessirt wesentlich nur der zweite Abschnitt. Nachdem in den ersten neun Kapiteln desselben die astronomischen Erscheinungen abgehandelt worden sind, beginnt mit Kap. 10 „Von dem Luft" der meteorologische Theil, zu dem im Sinne der Alten allerdings auch Kometen (Kap. 11 „Von dem geschopften Stern")[2]), Meteore und Sternschnuppen sowie die Milchstrasse („Herstraz") gerechnet werden.

Gerade über meteorologische Erscheinungen scheint Konrad von Megenberg oft nachgedacht zu haben; denn er widmet ihnen relativ viel Platz in seinem Buche und tritt auch in diesem Abschnitte häufig ganz selbständig auf; sagt er doch selbst am Schlufs des 10. Kapitels „daz daz lateinisch puoch hie hinke."

Das Reich der Luft wird in drei Regionen getheilt: die oberste, dem Feuer nächste ist warm und trocken, die mittlere kalt, die unterste wieder wärmer, weil sich der Sonnenschein auf der Erde und dem Wasser wiederspiegelt. In jeder dieser drei Regionen spielen sich bestimmte meteorologische Vorgänge ab. In der obersten, die höher ist als alle Berge, sieht man bisweilen einen neuen Stern, der einen Schopf oder Sterz hat (Komet); in der mittleren sieht man des Nachts mancherlei Feuer (Sternschnuppen, Meteore . . .); in der untersten die eigentlichen meteorologischen Erscheinungen:

„regen und sne, hagel und plitzen und hoert man donren und her ab vallent stain mit dem donren. und ze stunden siht man daz es fröschlein regent oder klainen vischlein. dar zuo siht man taw und reif und wilder hönich her ab vallen. man siht auch mangerlai wint fliegen in dem luft

[2]) Hier berichtet Konrad von einem Kometen, den er im Jahre 1337 zu Paris selbst beobachtet hat. „Der werte mer denne vier wochen und stuont gegen dem himelwagen und het den sterz gekert gegen däutschen landen . . . . ."

und sihț den regenpogen und des monen und des sunnen hof und siht auch ze stunden zwuo sunnen oder drei."

Sprachlich interessant ist hier das erstmalige Auftreten der deutschen Worte Sonnen- und Mondhof.

Im Kap. 15: „Von den Winden" unterscheidet Konrad zunächst vier „die fürsten sint aller anderr wind", und theilt jedem derselben zwei Nebenwinde zu, so dafs er eine zwölftheilige Windrose erhält, von deren Aufkommen und Verbreitung ich in dieser Zeitschrift (II. Jahrgang: Die Anfänge der meteorologischen Beobachtungen und Instrumente) bereits ausführlicher gesprochen habe. Das Merkwürdige dabei besteht aber darin, dafs Konrad die von Karl dem Grofsen eingeführte Namengebung der Winde nicht kennt oder wenigstens nicht benutzt. Von den Namen der Nebenwinde sagt er: „die mag man haizen nach der vodern wind namen, also daz des sudenwindes gesellen haizent der reht sudnaer und der tenk sudnaer" (d. h. der rechte und der linke Südwind).

Sehr naiv klingen Konrads Erklärungen der Stürme, Wirbelwinde, Sturmfluthen u. s. w., die kurz so abgethan werden:

„ez geschiht oft, daz die widerwärtigen wind begegent ainander, als der sudner dem nordner oder der ostner dem westner. welher denne sterker ist, der wirft den andern zuo der erden oder in ain wazzer also vesticleich ze stunden, daz er scheff under kert. ist aber, daz si gleich starch sint, so ringent si mit ainander so vast, daz si paid zuo der erden vallent und varnt in ainer snellen werbeln weise und zuckent oft mit ainen grozen stain oder ainen menschen oder ain ander swaerez dinch und füerent daz mit in auf in die lüft. wenne aber si also vallent in daz mer, so werfent si daz merwazzer auf und giezent ez an daz lant und verderbent läut und guot."

Komplizirter ist schon die darauf folgende Erklärung der Windstille, welche mit der richtigen Wahrnehmung schliefst, dafs „der luft oft still ist nach dem regen, wenne vor dem selben regen wind gewaet habent".

Die im Kap. 16 vorgetragene Regentheorie enthält trotz ihrer Kürze und Lückenhaftigkeit doch schon viel von dem, was wir jetzt als richtig anerkennen, ist aber namentlich darum interessant, weil sie über das Wissen des klassischen Alterthums weit hinausgeht. Konrad von Megenberg sagt:

„Der regen kümpt von wäzzrigem dunst, den der sunnen hitz auf hat gezogen in daz mitel reich des luftes, wann von der kelten, diu da ist, entfleuzt sich der dunst wider in wazzer, als wir sehen an dem dunst,

der von dem wallenden hafen get ob dem feur: wenn der dunst die kalten eisneinne (eiserne) hafendecken rüert, so entsleuzt er sich in wazzers tropfen. also geschiht auch dem dunst, der da kümt von rosen prennen oder von wein prennen: wenne der den kalten pleienne huot rüert, so entsleuzt er sich auch in wazzer, und smekt daz selbig wazzer von dem ding, da von der dunst kümt. . ."

Diese zur Erläuterung der Regentheorie hinzugefügten Vergleiche und Hinweise auf ähnliche Vorgänge beim Kochen des Wassers im eisernen Topf und bei der Destillation bezeugen eine treffliche Beobachtungs- und Kombinationsgabe. Ich glaube aber nicht, dafs sie Konrad von Megenberg zuerst und allein aufgestellt hat. Es scheint mir vielmehr gerade diese Stelle dafür zu sprechen, dafs er die Schriften der arabischen Naturphilosophen fleifsig gelesen und benutzt hat. Ich finde nämlich, dafs schon die im 10. Jahrhundert zu einem Orden sich gliedernde Schule der „Lauteren Brüder" in der von ihr geschriebenen Encyklopädie des damaligen Wissens fast genau dieselben Anschauungen vertritt. Da dieser arabische Orden sich später auch über Spanien verbreitete, so ist die Uebertragung dieser Ideen nach dem Abendlande durchaus wahrscheinlich, wissen wir doch, dafs fast alle Gelehrsamkeit des Alterthums und ganz besonders die mathematisch-naturwissenschaftliche durch arabische Vermittlung im 11.—13. Jahrhundert auf uns gekommen ist. In den von Dieterici ins Deutsche übertragenen Schriften der „Lauteren Brüder" heifst es nämlich wörtlich: „Wer die Wahrheit von dem, was wir sagen, erkennen und sich das Wie von dem, was wir von dem Aufsteigen der zwei Dunstströme angaben, wie nämlich die Wolke sich aus ihnen zusammenfügt und die Tropfen herabfallen, vorstellen will, der beobachte (die Destillation) das Aufsteigen und die Tropfenbildung des Wassers, wie die, welche dies Gewerbe treiben, sie herstellen, so die Destillation des Regenwassers, die des Essigs und dergleichen. Auch betrachte derselbe die in den Badehäusern aufsteigenden Dämpfe, wie dieselben als Wasser von den Dächern tröpfeln."

In demselben Kap. 16: „Von dem Regen" macht Konrad noch eine Bemerkung, welche zeigt, dafs er trotz aller Naivität und trotz der Frömmigkeit, die er sonst zur Schau trägt, genug gesunden Menschenverstand besitzt, um nicht jeden Aberglauben ruhig hinzunehmen. Er macht sich lustig über die Kehlheimer, welche über einem roth fliefsenden Wasser „an der Tuonaw oberhalb Regenspurch" eine Kapelle bauten, in dem Glauben, dafs da ein Heiligthum sei.

Die folgenden Kap. 17—19 handeln „Von dem Tawe", „Von dem

Snewe", „Von dem Reifen", Kap. 20 „Von dem Schawr" und beginnt also: „Der schaur haizt in anderr däutsch der hagel . . .", ein deutlicher Beweis dafür, dafs Konrad sein Buch in bayerisch-österreichischer Mundart geschrieben hat. Die weiteren Kap. 21—24 sind der Besprechung von Gegenständen gewidmet, welche wir längst nicht mehr als zur Meteorologie gehörig ansehen, nämlich „Von dem Miltawe" (Mehlthau), „Von dem Honig", „Von dem Himelflad" (Ladanumharz) und „Von dem Himelprot" (Manna).

Das lange Kap. 25 „Von dem Donr und dem Plitzen" verräth wieder mehrfach arabische Beeinflussung, enthält aber andererseits auch mancherlei, was Konrad offenbar aus eigner Erfahrung hinzugefügt hat. Wichtig scheint mir namentlich seine Verläugnung des „Donnersteins", ein uralter Aberglauben, welcher sich noch Jahrhunderte lang im Volk erhalten hat. Konrad sagt:

„iedoch ſint läut, die waenent, daz der donr ain ſtain ſei, dar umb, daz oft ain ſtain her ab vellt mit dem donr in grozem weter. daz iſt niht war, wan (denn) waer der donr ain ſtain, ſo machte er wunden den läuten und den tiern, die er derſleht, ſam ander vallend ſtain tuont. des geſhiht doch niht, wan wir ſehen, daz die läut, die der donr ſleht, kain wunden habent. . . ."

Im folgenden Kap. 26 „Von dem Nebel" macht Konrad treffliche Bemerkungen über die Häufigkeit dieses Phänomens und über seine Folgen, die auf eigener Beobachtung beruhen dürften:

„Dar umb ſint die nebel gern des morgens oder des abends, wenn diu ſunne niht gar ſtarch iſt, und allermaiſt in dem herbſt, in dem winter und in dem lenzen mer denn in dem ſumer. iſt, daz der nebel aufget in die lüft, ſo kümt gern ain regen dar nach, dar umb, daz ſich der dunſt in regenwolken verkert in den lüften. iſt aber, daz er auf die erden vellt, daz bedäutet ſchoen weter. . . ."

Die letzten Kap. 27—30 widmet Konrad der Besprechung der optischen Erscheinungen in der Atmosphäre, welche mit besonderer Vorliebe von den alten Schriftstellern über Meteorologie behandelt worden sind: Kap. 27 „Von der Sunnen Hof", Kap. 28 „Von den Zuosunnen", Kap. 29 „Von den Sunnenstricken" (virgae d. h. Wasserziehen der Sonne), Kap. 30 „Von dem Regenpogen". In diesem letzten Kapitel ist Konrad besonders ausführlich und mittheilsam. So erzählt er unter anderem von einem weifsen Regenbogen, den er im Ries bei Nördlingen an einem Maimorgen beobachtet habe.

Vorstehende Auszüge und Bemerkungen werden zur Genüge bewiesen haben, dafs das „Buch der Natur" auch für Meteorologen von

grofsem Interesse ist. Bedenkt man, dafs die Betrachtung der Vorgänge in der Atmosphäre nur einen kleinen Theil des Buches ausmachen, dafs die zoologischen, botanischen und mineralogischen Abschnitte, welche mit gleicher Originalität geschrieben sind, den breiteren Schichten des Volkes noch näher als jene liegen, so wird man die grofse Beliebtheit dieses Volksbuches im 14. und 15. Jahrhundert wohl begreifen.

Wir könnten das „Buch der Natur“ nunmehr verlassen, wenn nicht noch eine hochinteressante Stelle aus dem sechsten Abschnitt „Von den edeln Stainen“ unsere Aufmerksamkeit für einen Augenblick in Anspruch nähme. Ich meine die bis jetzt unbeachtet gebliebene Stelle im 3. Kap. „Von dem Adamas“, wo, meines Wissens zum **ersten** Male in einem **deutschen** Buche, des Gebrauchs der Magnetnadel bei der Schifffahrt Erwähnung gethan wird. Ich kann mir nicht versagen, diese durch Klarheit und Einfachheit so ausgezeichnete Darstellung, der ich nichts Aehnliches aus jener Zeit an die Seite zu stellen wüfste, wörtlich hier wiederzugeben:

„er (d. h. der Adamas) melt auch den merſtern, wan ſo die ſchefläut auf dem mer niht geſehen mügent vor den dicken nebeln wa ſi varn zuo dem geſtat, ſo nement ſi ain nadeln und reibent die mit der ſpitz an den adamanten und ſteckent ſi dan übertwerch an ain halmſtuck oder in ain ſpaenel von holz und legent ſi in ain pecken oder in ain ſchüzzeln vol wazzers und füert ainer den adamanten mit der hant auzwendig umb daz vaz, da diu nadel inn iſt; dem volgt diu nadelſpitz inwendig, alſo daz ſi in dem vaz auch kraizlot umbget. ſo daz geſchiht etswie vil, ſo zuckt der ſtainfüeraer den ſtain ſnell under und pirgt in. wenn nu diu nadelſpitz irn füerar hat verlorn, ſo kert ſi ſich geleichs gegen den merſtern und ſtet zehant (sogleich) und wegt ſich niht mer, und dar nach rihtent ſich dann die ſchefläut, wan der ſtern ſtet an dem himel ze norden, da der himelwagen ſtet, gegen ſuden oder gegen mittem tag über. daz verſte alſo, daz ſich die ſchefläut rihtent nach des kräuzs örtern, daz all dis werlt hat beſlozzen: oſten weſten ſuden norden. wenn ſi nu daz ain ort wizzent ze norden, ſo rihtent ſi ſich dar nach.“

Zur besseren Würdigung dieser vortrefflichen Darstellung **Konrads** sei in Erinnerung gebracht, dafs wahrscheinlich im Laufe des 12. Jahrhunderts der Kompafs in dieser primitiven Form — eine magnetisirte Nadel mittelst eines Strohhalmes oder Holzspahnes auf Wasser schwimmend — im Abendlande eingeführt worden ist und dafs er zuerst von dem französischen Dichter **Guyot de Provins** ums Jahr 1190 erwähnt wird. Besonders beachtenswerth in **Kon-**

rads Bericht ist die sonst nirgends erwähnte Vorsichtsmafsregel, die Nadel mittels des Adamas in Bewegung zu versetzen und dann durch plötzliches Wegziehen des Magneten eine möglichst richtige Einstellung derselben zu erzielen.

Elucidarius.

Bildet das „Buch der Natur" gleichsam den Uebergang von der eigentlichen gelehrten Litteratur zur volksthümlichen, so gehört der „Elucidarius" letzterer ganz und gar an. Sein Inhalt ist in mehr als einer Beziehung dürftig, die Anordnung des Stoffes nicht gerade methodologisch geschickt, die Sprache einfach und kindlich naiv, bisweilen sogar plump. Zur Belehrung und zur Fortbildung des Volkes wird darum dieses Buch nicht viel beigetragen haben; aber das ist ja gerade ein Charakteristicum der Volkslitteratur, dafs sie einen veralteten Standpunkt des Wissens repräsentirt. Das Volk, welches in Sitten und Gewohnheiten mit grofser Zähigkeit am Althergebrachten hängt, setzt auch dem Eindringen neuer Ideen und Anschauungen über das Wesen der Dinge einen gewissen passiven Widerstand entgegen.

Ueber den Verfasser des Buches ist Zuverlässiges leider nicht beizubringen. Da es in späteren Ausgaben mit angehängtem „Bauren Compasz"[3]) erschien und dieser von Jakob Köbel, dem bekannten Stadtschreiber von Oppenheim herrührt, wurde diesem vielfach auch der „Elucidarius" zugeschrieben. Allein bei dem Verkauf der reichen Sammlung des Mathematikers und Bibliographen Libri im Jahre 1859, in welchem sich auch eine deutsche Handschrift des Elucidarius befand, wurde zum ersten Male bekannt, dafs ein gewisser Nikolaus Pfaldorf von Ingolstadt der Uebersetzer sei. Wer ist nun aber der eigentliche Verfasser des merkwürdigen Buches, welches nicht blos in Deutschland, sondern in fast allen Kulturländern Europas während des 15. und 16. Jahrhunderts aufserordentlich beliebt war? Die beiden Bibliographen Brunet (Manuel du libraire et de l'amateur de livres) und Graesse (Trésor des livres rares et précieux) nehmen an, dafs all' die vielen Ausgaben, welche der Lucidarius in deutscher, französischer, englischer, italienischer, dänischer und selbst czechischer Sprache erlebt hat, auf eine Schrift mit dem Titel „Elucidarium" zu-

---

[3]) Der „Bauren Compasz" lehrt, wie man ohne Uhr und ohne magnetischen Kompafs aus der emporgehaltenen linken Hand bei Sonnenschein die Tagesstunden erkennen kann. Jakob Köbel ist auch der Verfasser eines der ersten in deutscher Sprache erschienenen Rechenbücher (Augsburg 1514).

rückzuführen seien, welche dem Kirchenvater Honorius Augustodunensis zugeschrieben wird. Nun hat allerdings dieser um die Mitte des 12. Jahrhunderts gestorbene Gelehrte, von dem wir eine kosmographische Schrift „De imagine mundi“ besitzen, auch ein „Elucidarium sive Dialogus de summa totius Christianae Theologiae“ geschrieben, aber nachdem ich dasselbe in Mignes Patrologiae cursus completus (Bd. 172 S. 1109 ff.) durchgesehen, kann ich versichern, dafs der deutsche Lucidarius oder Elucidarius — die fremdsprachlichen Ausgaben, z. B. französisch Lucidaire, englisch Lucidayre, italienisch Lucidario u. s. w. sind mir nicht zugänglich — nur sehr wenig mit dem Elucidarium des Honorius gemein hat. Allerdings beginnen beide Bücher mit derselben Religionsfrage, der Dreieinigkeit, und haben auch noch manche andere auf Religion bezügliche Punkte gemeinsam, aber der umfangreiche geographische und naturwissenschaftliche Inhalt des Lucidarius, der uns hier gerade interessirt, findet sich im Elucidarium des Honorius überhaupt nicht vor.

Es mufs also nothwendigerweise ein anderer Autor für das mittelalterliche Volksbuch Lucidarius angenommen werden, als Honorius Augustodunensis. Inwieweit der oben genannte Nikolaus Pfaldorf von Ingolstadt an der Textgestaltung betheiligt ist, bleibt dahingestellt.[4])

In deutscher Uebersetzung erschien das Buch zum ersten Male ums Jahr 1470 unter dem Titel Lucidarius; die erste datirte Ausgabe stammt aus dem Jahre 1475 (Elucidarius, von den wunderbaren sachen der welt. Augspurg, J. Sorg. Fol.); bis 1500 erlebte es mindestens acht neue Ausgaben, im 16. Jahrhundert wahrscheinlich weitere zwölf. und selbst im 17. wurde es noch öfters aufgelegt.

---

[4]) Bezüglich des Litterarhistorischen vergleiche man „Graesse, Lehrbuch der Litterärgeschichte“, III S. 978, und die Einleitung von dem durch C. J. Brandt besorgten dänischen Neudruck „Lucidarius, en Folkebog fra Middelalderen“ (Kopenhagen. 1849. 8°). — Honorius führt deshalb den Beinamen Augustodunensis, weil er zu Autun in Frankreich gelebt hat, er stammt aber wahrscheinlich aus Deutschland; denn seine frühesten Schriften nehmen fast ausschliefslich auf deutsche Verhältnisse Bezug. Vergl. hierüber namentlich „Cruel, Geschichte der deutschen Predigt“ (Detmold 1879. 8°), S. 128 ff.

Einige Kapitel des Lucidarius, wie z. B. diejenigen über die Winde und die Wärme der Brunnen erinnern sehr an die entsprechenden Abschnitte einer Schrift „De Philosophia Mundi“, welche früher dem Honorius zugesprochen wurde, nach den Ausführungen von Hauréau aber (Nouvelle Biographie Universelle, T. XXII, col. 667 ff.) den französischen Philosophen Wilhelm von Conches zum Verfasser hat. Man kann also nur annehmen, dafs der Inhalt des mittelalterlichen Volkbuches Lucidarius den Schriften verschiedener Gelehrter entnommen worden ist.

Die mir vorliegende vierte Ausgabe (Augspurg, von Hansen Schönsperger, 1482; 29 unpaginirte Quartblätter mit eingedruckten Holzschnitten) beginnt mit einem Titelholzschnitt[5]), welcher zeigt, wie unter einem bestirnten Himmel ein (links) aufrecht stehender „Maister“ einen (rechts) sitzenden und nachschreibenden „Junger“ belehrt. Darunter beginnt der Text wie folgt:

„Dis buch heisset Lucidarius = dz spricht zu teutsch also vil als eyn erleüchter. An disem buch findet ma manige grosse ler die anderen bucheren verborgen seind dz vnder[6]) vns diß buch. Jn der geschrifft so finden wir = auch den syn diß buchs dz es genannt wirt = Auro gemma das bezeichnet vns wye gut das buch say = Vnd darumb was ma in anderen buchern dunckels vn vnuerständliches geschriben vindet = dz erkläret meister Lucidarius gar ordentlichen dauon ein mēsch weißheit empfahen mag = den̄ was man in der geschrifft weit müß zesamen suchen = dz vindet man hier jnn mit wenig worten schon begriffen. ℂ Got der ye was vnd ymmer ist on end der sey dises buchs ein anfang Amen =.“

Hierauf folgt der bunte Inhalt des Büchleins, von dem man sagen kann, dafs es „de omnibus rebus et quibusdam aliis“ handelt. Da in späteren Ausgaben eine Eintheilung in Kapitel vorgesehen und eine Art von Inhaltsverzeichnifs beigegeben ist, scheint es mir am besten, einen Theil desselben mitzutheilen, um die Mannigfaltigkeit des Stoffes erkennen zu lassen.

Cap. 1. Dafs wir sollen glauben drei namen in einer Gottheyt.
Cap. 2. Vom geschöpff des Himmels, der Erden, vnd alles was darinnen.
Cap. 3. Vom Fall Lucifers, vnd der Hellen.
Cap. 4. Vom Himmel vnd seinem lauff.
Cap. 5. Wie vil der Himmel, vnd wo Adam geschaffen ward.
Cap. 6. Vom Paradeifs, theylung der Welt, vnd wassern des Paradeifs.
Cap. 7. 8. 9. (Geographischen Inhalts).
Cap. 10. Woher die Wind kommen, vnd von natur des Wassers.
Cap. 11. Von Erdbidmen vnd dem Land Sicilia.
Cap. 12. Von den leuten vnder vns. Wovon die nacht komm, warumb die Sonn entzwerchs laufft an dem Himmel.
Cap. 13. Von den siben Planeten, vnd welcher natur die Planeten.

[5]) Derselbe Holzschnitt kommt in einigen Ausgaben des später zu besprechenden „Wetterbüchleins“ wieder vor.

[6]) Hier fehlt offenbar ein Wort (weist).

Cap. 14. Vom Mon, warumb er so bald vol werde, vnd widerumb abnimpt, auch von dem Cometen.

Cap. 15. Vom finsternufs, vom dondr vnd fewr, vnd wohers kompt dafs steyn fallen.

Cap. 16. Vom hagel, vom blut, frösch vnd würm regnen.

Cap. 17. Vom Regenbogen, warumb die Brunnen des Sommers so kalt, vnd des Winters so warm, vnd wefshalben die Thier alle von einer materien seind, vnd doch einander vngleich.

Cap. 18. Von schöpffung des Kindts in Mutterleib.

Cap. 19. Wie alle ding ein end nemen.

Cap. 20. Wer die Seelen peiniget, vnd wie grofs gnad die seelen gewinnen.

Cap. 21. Von anruffung der Trinitet.

Cap. 22. 23. 24. 25. (Ebenfalls religiösen Inhalts.)

Obwohl die im Mittelalter so beliebte umständliche Art der Behandlung, nämlich die des Fragens (Junger) und Antwortens (Maister), gewählt ist, wird der in vorstehenden 25 Kapiteln enthaltene Stoff doch auf kaum 60 Seiten abgethan. Der Ton der Darstellung ist natürlich so sicher und zuversichtlich, dafs dem Leser bezw. dem „Maister“ niemals ein Zweifel an der Richtigkeit des Vorgetragenen aufkommt.

Folgende zwei Proben aus den meteorologischen Kapiteln werden zur Genüge zeigen, wie sehr in dieser Beziehung der „Elucidarius“ hinter dem „Buch der Natur“ zurücksteht. Dieselben sind der oben erwähnten Ausgabe vom Jahre 1482 entnommen und betreffen

1. Den Ursprung der Winde:

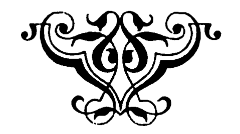
„Der iunger fraget wō vō kōmen dye wind. ℂ Der maister sprach d' winde seind vier die heissen cardinales von der yegklichem kōmē die anderē zwē winde dye heyssent kolaterales = das wendel möre wallet an vier enden an dem grund an den enden = do das gewalle zesamen stoßet wirt ein wind von dem gestöß = so dye vier wind dann oben an den hymel zesamen stoßen So werdend die wind zwölff wind von der großen krefft e = dann tringen in dye löcher so strebet der ander lufft dann herauß dauon kommen dye anderen wind = dye täglichen bey vns seind =.“

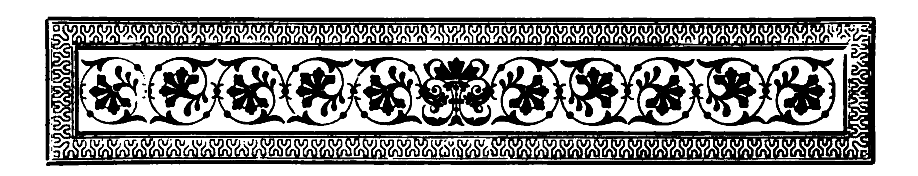
2. Die Niederschläge:

„Der iunger fragt = wie kompt das das der hagel ze summer schlöcht vnd zu winter nit. ℂ Der meister sprach = des summers ist dye sunn so krefftig dz sy den nebel = vnd dye feüchte mit ir füret in den lufft

= wann vns dann dye sunn nahet ist so muß der hagel werdē des winters so ist vns dye sunn vern = vnd hat die erde tawes vil noch dann ist auch dye sunn so krefftig das sy dye feücht mug gehaltē da von wirt des winters kein hagel = Der iunger fraget = wo von kompt der schnee = ¶ Der maister sprach = so der much auff geet in dē lufft = so beleibet er in dē lufft biß er dick wirt vñ mag doch nitt zu steinen gefrierē wann da ist nit nebels vnder so er dann zu tal fellet so ist dye erd also kalt daz der schnee nit zergeen mag = also kompt es auch umb den regen = wann sich das tawe mischett vnder den nebel vnd vnder den rauch = das mag nymmer zesamen gefrieren."

(Fortsetzung folgt.)





Wellen und Strahlen
in ihrer Bedeutung für die neuere Naturforschung.

Vortrag, gehalten in der Urania

von **Paul Spies.**

(Schlufs.)

Wenn es sich darum handelt zu untersuchen, ob die elektrischen Erscheinungen ebenfalls unter den Gesichtspunkt gebracht werden können, welcher, wie wir gesehen haben, einen grofsen Theil der mechanischen Vorgänge, ferner die gesamten Vorgänge auf dem Gebiete des Schalles, der Wärme und des Lichtes beherrscht, so liegt zunächst die Frage nahe: Haben wir hier Vorgänge, welche die erste jener charakteristischen Eigenschaften der Wellenerscheinungen zeigen, die Eigenschaft, eine Wirkung auf weite Strecken durch den Raum hin auszusenden? Haben wir auf dem Gebiete der Elektrizität überhaupt Wirkungen in die Ferne? Ich denke dabei weniger an die Möglichkeit, die Elektrizität vermittelst eines sogenannten Leiters, etwa eines Metalldrahtes fortzuführen; denn dieser Vorgang bietet offenbar zu den betrachteten Erscheinungen nur eine geringe Analogie. Es würde sich darum handeln, eine Wirkung durch die Luft, oder wohl gar durch den luftleeren d. h., den nur von Aether erfüllten Raum zu konstatiren. Es giebt in dieser Hinsicht besonders zwei Wirkungen, welche in Betracht kommen; dieselben werden Ihnen bekannt sein. Ich will ihnen aber doch einige Versuche widmen. Sie sehen hier ein sogenanntes Elektroskop, ein Instrument, in welchem zwei Blättchen aus dünnem Metall neben einander aufgehängt sind. Ich entwerfe ein Bild dieser Blättchen auf dem Schirm. Man kann mit Hülfe des Eletroskops das Vorhandensein von Elektrizität nachweisen, da sich die beiden Blättchen abstofsen, wenn sie beide in demselben Sinne, also etwa beide positiv elektrisch werden. Ich brauche nur mit einem feinen Pinsel über den Knopf des Instrumentes zu streichen, so erzeuge ich durch diese Reibung Elektrizität, und Sie

beobachten die Wirkung, nämlich ein Divergiren der Blättchen. Ich berühre den Knopf, leite die Elektrizität ab, und die Blättchen fallen wieder zusammen. Es genügt aber auch, dem Knopfe einen elektrischen Körper zu nähern, ohne dafs direkte Berührung stattfindet. Sie sehen, dafs, sowie ich hier den geriebenen Glasstab nähere, ein Auseinandertreten der Blättchen erfolgt. Bekanntlich erklärt man diese Erscheinung dadurch, dafs man sagt, ein unelektrischer Körper habe in Wirklichkeit beide Arten von Elektrizität, positive und negative;

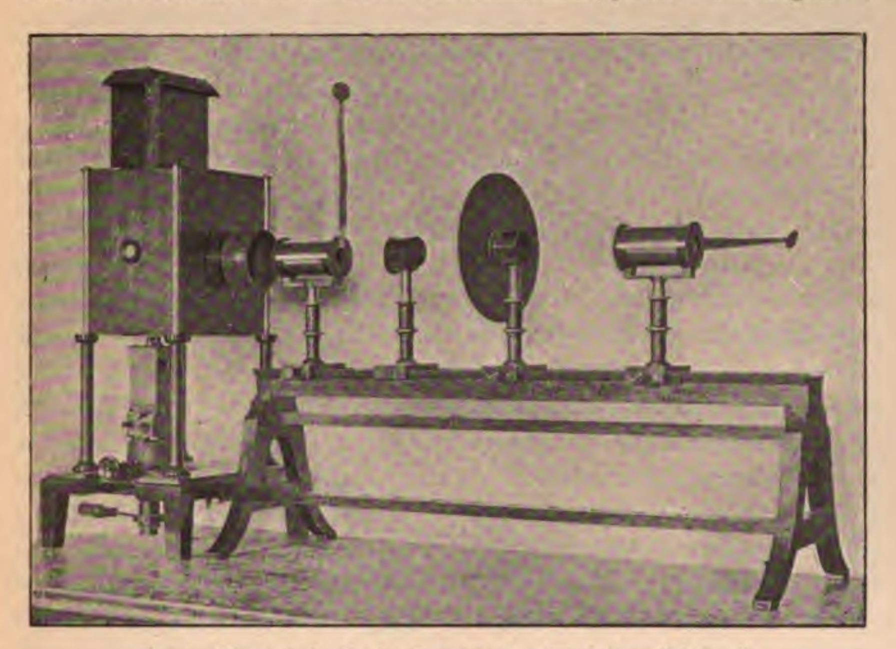


Fig. 1. Die optische Bank mit gekreuzten Nicolschen Prismen.[1])

aber beide in gleicher, sich neutralisirender Menge. Durch die Annäherung des positiven Glasstabes werde die ungleichnamige, also die negative Elektrizität in den Knopf nach oben gezogen, die gleichnamige positive aber nach dem Blättchen abgestofsen. Dies ist die Erscheinung der elektrischen Vertheilung oder der sogenannten Influenz, einer der einfachsten Fälle elektrischer Fernwirkung. Hier drängt sich uns die Frage auf: Haben wir es mit einer unmittelbaren, wirklich echten Fernwirkung zu thun, oder pflanzt sich die vom Stabe ausgehende Wirkung von Punkt zu Punkt durch das zwischen liegende Medium, die Luft — es könnte auch ein andrer Stoff sein — fort. In dem letzteren Falle müfsten wir annehmen, dafs zunächst

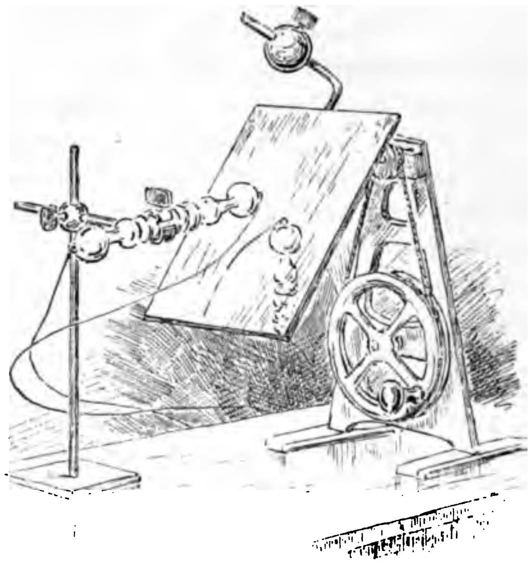
[1]) Zu Seite 355 gehörig.

die in der Nähe des Stabes befindliche Luft, oder der Aether in ihr unter dem Einflusse des Stabes einen bestimmten Zustand annehme, und dafs sich dieser Zustand allmählich weiter ausbreite. Sie sehen, an diesen Gedanken würde sich die Vermuthung einer endlichen, bestimmten und vielleicht auch bestimmbaren Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Influenzwirkung anschliefsen. Eine solche Annahme würde für uns offenbar viel befriedigender sein, als die der unmittelbaren Fernwirkung.

Eine zweite Fernwirkung, welche wir bei elektrischen Strömen wahrnehmen, ist die von Faraday entdeckte Induktion. Um einen speziellen Fall aus der mannigfaltigen Reihe der Erscheinungen herauszugreifen, besagt eines der Gesetze der Induktion, dafs in einer sonst nicht mit Elektrizitätsquellen verbundenen Drahtleitung dann ein elektrischer Strom entstehe, wenn ein in der Nähe verlaufender elektrischer Strom sich ändert, am einfachsten, wenn dieser letztere selbst entsteht oder vergeht. Sie können diese Wirkung häufig beobachten, nämlich dann, wenn Sie Ihr Telephon ans Ohr halten, ohne bereits Anschlufs erreicht zu haben; Sie hören dann die Gespräche, welche durch die benachbarten Drahtleitungen vermittelt werden. Die schnell wechselnden Ströme, welche diese benachbarten Leitungen durchfliefsen, lassen auch in Ihrer, mit jenen anderen durchaus nicht verbundenen Leitung Ströme, und somit in Ihrem Telephon einen Ton entstehen. Sie sehen, wir haben es auch hier wiederum mit einer elektrischen Wirkung durch den Raum hindurch zu thun, bezüglich deren wir wieder dieselbe Frage stellen könnten, wie vorher bei der Influenz. Vergleichen Sie nun einmal diesen elektrischen Stofs, wenn ich mich so ausdrücken darf, welcher den Raum durcheilt, so wie ich in einem Drahte einen Strom entstehen oder vergehen lasse, mit demjenigen, welchen ich vorhin dem gespannten Seil an einem Ende gab, und denken Sie sich auch hier, dafs ich nicht nur einen Impuls, sondern eine ganze Reihe nach einander aussende. Da leuchtet zunächst die Möglichkeit ein, Wellen zu erzeugen. Die Wirkung des ersten Impulses wird sich um eine gewisse Strecke fortgepflanzt haben, bis die des zweiten ihren Ausgang nimmt. Wir könnten diese Strecke eine Wellenlänge nennen, müfsten dabei allerdings wiederum unseren Begriff von einer Welle modifiziren; denn wer sagt uns, dafs wir es hier mit einer Bewegung, etwa einem Schwingen des Aethers zu thun haben. Jedenfalls aber durcheilen auch in unserem Falle Aenderungen des elektrischen Zustandes den Raum. Oder von einem anderen Standpunkte aus betrachtet, wenn wir uns an einem Punkte des Raumes

befinden, so sehen wir, dafs hier der elektrische Zustand in regelmäfsigem Wechsel schwankt, und nichts hindert uns, auch hierfür das Wort Welle zu gebrauchen. Wir verallgemeinern dann noch einmal in ähnlicher Weise, wie wir es vorher thaten, als wir von der transversalen zu der longitudinalen Welle übergingen. Man könnte zunächst vielleicht daran denken, derartige schnell auf einander folgende Induktionen mit Hülfe eines der bekannten Induktionsapparate zu erzeugen, von denen Sie in unserem Saale mehrere in Benutzung sehen. Bei denselben wird durch eine selbstthätige Vorrichtung der elektrische Strom in schnellem Wechsel geöffnet und geschlossen. Es geschieht das vermittelst einer schwingenden elastischen Feder, und aus dem Tone derselben können Sie schliefsen, dafs wir es hier vielleicht mit hundert Schwingungen in der Sekunde zu thun haben. So oft wird also in einem Drahtbündel, welches sich in diesem Apparate befindet, ein Strom zum Entstehen und Verschwinden gebracht, und eben so oft geht von diesem Drahtbündel eine Induktionswirkung aus. Sie beobachten hier diese Induktionswirkung an den Funken, welche in schneller Folge zwischen diesen beiden Metallkugeln überspringen, zwei Kugeln, welche nichts weiter sind, als die Enden einer zweiten Drahtspirale, die jene erste umgiebt, ohne sie irgendwie zu berühren. Denken Sie sich die zweite Spirale entfernt, so würde die Induktionswirkung frei in den Raum hinauseilen. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit solcher Induktionsstöfse ist nun jedenfalls eine aufserordentlich grofse; wie die folgenden Versuche zeigen werden, handelt es sich um tausende von Kilometern pro Sekunde. Da wir nun hundert Induktionsstöfse für diese Zeit angenommen hatten, so würde sich unter Berücksichtigung der vorher benutzten Rechnungsmethode eine Wellenlänge von mehr als 10 km ergeben, und es würde wohl nicht möglich sein, an solchen Wellen Untersuchungen anzustellen. Wir müssen schnellere Schwingungen, geringere Wellenlängen haben; dazu bietet sich ein anderes Hülfsmittel. Vor etwa 30 Jahren lieferte der Physiker Feddersen den experimentellen Nachweis für eine Thatsache, welche schon vorher Helmholtz auf Grund theoretischer Betrachtungen vermuthet hatte, nämlich den Beweis dafür, dafs die Funkenentladung einer Leydener Flasche nicht in einem einfachen Uebergang von positiver Elektricität nach der einen, von negativer nach der anderen Seite bestehe, sondern dafs hier eine Zeit lang gewissermafsen ein Hin- und Herpendeln der Elektrizität stattfindet. Um dafs in etwas grober Weise zu versinnlichen, habe ich hier zwei mit gefärbtem Wasser gefüllte Röhren auf einem Gestell in der Weise vereinigt, dafs sie

unten durch einen Gummischlauch mit einander verbunden sind. Das Wasser würde in beiden Röhren gleich hoch stehen, wenn ich nicht diesen Schlauch durch Zusammenpressen verschlossen hielte. Sobald ich loslasse, gleicht sich der Unterschied der beiden Niveaus aus. Aber Sie sehen, der Ausgleich ist kein glatter, das Wasser schwingt vermöge seiner Trägheit einige Male hin und her, bis es zur Ruhe kommt. Etwas Aehnliches geht nun unter gewissen Umständen auch in dem elektrischen Funken vor sich; er besteht in Wirklichkeit aus vielen, schnell auf einander folgenden Entladungen. Zur Analysirung solcher Phänomene bedient man sich in der Physik



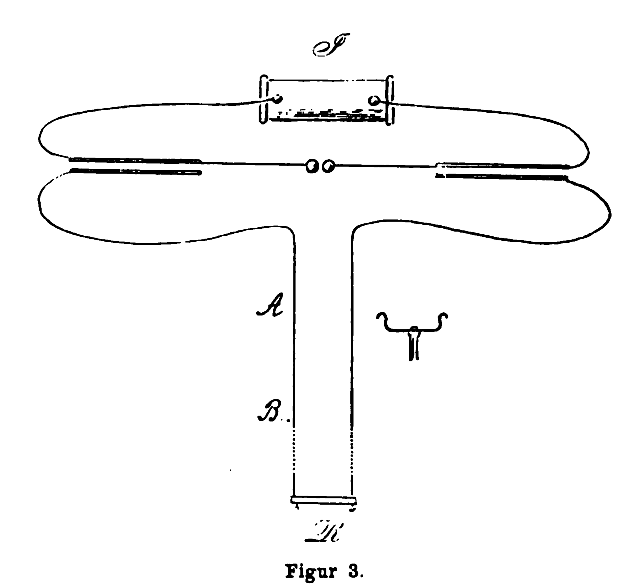
Figur 2.

sehr häufig drehbarer Spiegel. Wenn ich in einem solchen Spiegel, wie Sie hier einen aufgestellt sehen, das Bild einer Kerze betrachte, so dreht sich dasselbe natürlich, wenn der Spiegel sich dreht, und bei einigermafsen schneller Drehung sehen Sie einen geschlossenen Lichtkreis; anders wenn ein Gegenstand nicht fortwährend, sondern in bestimmten Intervallen leuchtet. (Fig. 2.) Ich habe hier eine luftleere Röhre, welche ich mit Hülfe der in dem Induktionsapparate erzeugten wechselnden Ströme in schneller Folge leuchten lassen kann. Sie sehen das Spiegelbild der Röhre immer nur in dem Augenblicke, in welchem sie aufleuchtet. Sie sehen kein leuchtendes Band, wie das bei einer dauernden Lichtquelle der Fall sein würde, sondern einen Stern. Wenn ich die Drehungsgeschwindigkeit des Spiegels und gleichzeitig die Ab-

stände der Röhrenbilder kenne, so kann ich mit Leichtigkeit bestimmen, wie oft die Röhre in einer Sekunde aufleuchtet. Dieser Methode bediente sich Feddersen und er fand, dafs auch, wenn man nur einen einzigen Funken beobachtet, sich im Spiegel eine Reihe von Funkenbildern zeigt. Die Mehrzahl der Funkenbilder liefert offenbar einen, wenn auch nicht den einzigen Beweis für jenes Hin- und Herschwingen der Elektrizität. Solche elektrische Schwingungen folgen aber aufserordentlich schnell auf einander, nämlich etwa hunderttausendmal in einer Sekunde. Wenn Sie nun bedenken, dafs ja jede dieser Feddersenschen Einzelentladungen, jede dieser kurz dauernden Strömungen ihre Induktionswirkung in den Raum ausbreiten mufs, so sehen Sie ein, dafs jetzt wegen der so grofsen Schwingungszahl die Wellenlänge schon erheblich kleiner werden mufs. Die Gesetze solcher Schwingungen hat man genauer untersucht, und besonders auch die Abhängigkeit bestimmt, in welcher die Schnelligkeit der Aufeinanderfolge von verschiedenen Umständen, besonders der Form und Gröfse der verwendeten Metallkörper steht. Als deshalb Professor Hertz in Bonn mit einer Vorrichtung, welche der hier stehenden (Fig. 3) ähnlich war, Schwingungen erzeugte, die noch erheblich schneller verliefen als die Feddersenschen, konnte er die Schwingungszahlen, Zahlen von etwa 1 bis 10 Millionen, pro Sekunde berechnen, obwohl nunmehr eine Messung mittelst des Spiegels nicht mehr möglich war. Der Apparat, welchen Sie hier sehen, besteht aus zwei Platten, an welchen Stäbe mit Kugeln sitzen (die Figur giebt den Grundrifs des Apparates, so dafs die senkrecht stehenden Platten als Linien erscheinen). Mittelst des Induktoriums I lassen wir Funken zwischen den Kugeln überspringen.

Wenn bei jedem Funken Schwingungen stattfinden, werden die Platten in schneller Folge positiv und negativ elektrisch. Den Platten gegenüber steht ein zweites Paar, welches mit dem ersteren durchaus nicht verbunden ist, auf welches aber die zuvor erwähnte Influenzwirkung ausgeübt wird; deshalb werden diese Platten ebenfalls in schneller Folge negativ und positiv elektrisch. Es sind ferner zwei, etwa 7 m lange Drähte von diesen letzteren Platten hier heruntergeführt; auch auf diesen mufs der elektrische Zustand fortwährend schwanken. Die Wirkung wird aber die entfernteren Punkte später erreichen, als die näheren. Folgen die Schwingungen schnell genug auf einander, so werden die Bedingungen für das Zustandekommen von stehenden elektrischen Wellen gegeben sein, wenigstens dann, wenn wir uns denken dürfen, dafs an den Endpunkten der

Drähte eine Reflexion der Wirkung stattfindet. Wir wollen diese Annahme einmal für den Augenblick machen. Jeder der Drähte mufs sich dann ähnlich verhalten, wie es unsere Spiralfeder that, als wir ie an einem Ende eingeklemmt hatten und das andere Ende taktmäfsig bewegten. An dem Ende eines Drahtes mufs folglich ein Schwingungsknoten entstehen — wenn ich mich einmal so ausdrücken darf, ein Punkt stärkster elektrischer Verdichtung und Verdünnung — und zwar gleichzeitig in beiden Drähten, so jedoch, dafs wenn in dem einen die positive Elektrizität angehäuft ist, sie in dem anderen Drahtende fehlt, oder richtiger gesagt, hier eine Anhäufung negativer Elektrizität stattfindet. Ueberbrücken wir die Drahtenden durch eine luft-



Figur 3.

leere Röhre R, so wird dieselbe unter dem Einflufs dieser elektrischen Wirkung ins Leuchten gerathen, wie Sie das jetzt sehen. Und nun wollen wir die beiden Drähte gewissermafsen wiederum mit einem Ventil absuchen. Ein solches Ventil bietet uns hier ein einfaches Stück Kupferdraht. Ueberbrücken wir mit demselben die Drähte, so findet der Ausgleich der Elektrizitäten durch diesen Draht statt, und die Röhre bleibt dunkel. Nur wenn wir den Draht an eine Stelle bringen, wo sich ein Schwingungsbauch befindet, wo also die Elektrizität gewissermafsen ohne Verdichtung und Verdünnung hin- und herschwingt, wird er unwirksam bleiben.

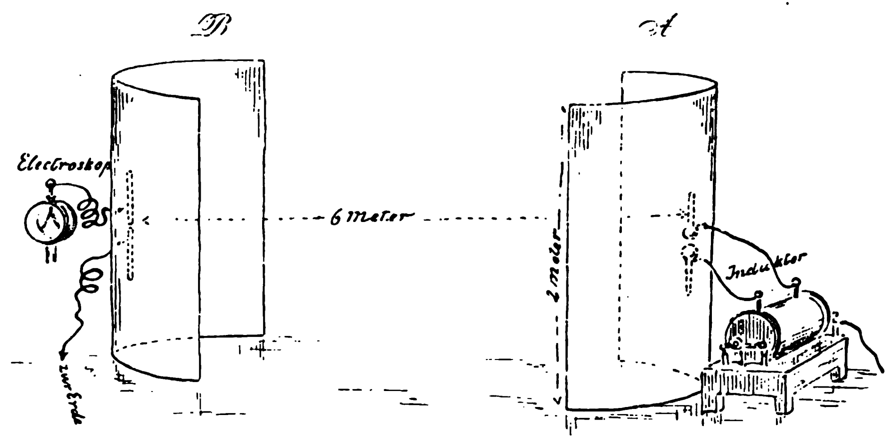
Sie sehen, dafs ich jetzt eine solche Stelle A gefunden habe; die Röhre leuchtet wieder auf. Die Strecke von hier bis zur Röhre —

eine Länge von 5 m — ist demnach der Abstand von Schwingungsknoten und Schwingungsbauch, also eine viertel Wellenlänge. Wir wollen die Welle verlängern, indem wir an das Ende der Drähte zwei Metallstreifen hängen; es entspricht das dem Versuche, bei welchem ich auf der Pfeife einen anderen Ton anblies. Die Vertheilung von Schwingungsknoten und Bäuchen wird eine andere, der Bügel liegt jetzt nicht mehr in einem Schwingungsbauch; er wird folglich wieder wirksam, die Röhre leuchtet nicht mehr; sie wird aber wieder leuchten, wenn ich nunmehr den Bügel etwas näher an die Röhre bis nach B heranbringe. Sie sehen, wie genau die Versuche mit denjenigen übereinstimmen, welche wir in dem ersten Theile des Vortrages betrachtet haben. — Ich will noch bemerken, dafs zwar dieses Plattenarrangement im wesentlichen von Hertz herrührt, dafs aber die Untersuchungsmethode mittelst Geifslerscher Röhren von einem Wiener Physiker, Herrn Dr. Lecher, angegeben worden ist, und um nicht ungenau zu sein, mufs ich noch bemerken, dafs die Erklärung der Erscheinung, so wie ich sie hier gegeben habe, sich bei genauer Betrachtung als eine nicht in jeder Beziehung befriedigende herausstellt. Für unseren Zweck ist sie indefs vollkommen ausreichend. Auf Grund der Berechnungen, von welchen ich vorhin sprach, hat man die Schwingungszahl für den vorliegenden Fall zu etwa 15 Millionen pro Sekunde bestimmt. Da unsere gemessene Wellenlänge 20 m beträgt, sind Sie leicht im stande, durch Multiplikation dieser beiden Zahlen, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer solchen Welle zu bestimmen; Sie finden dreimal hunderttausend Kilometer, eine Zahl, welche Ihnen bekannt sein dürfte. Es ist dieselbe Zahl, welche uns die Fortpflanzuugsgeschwindigkeit des Lichtes angiebt. Die elektrischen Wellen pflanzen sich also mit derselben Geschwindigkeit fort, wie die Lichtwellen!

Aber dieses Resultat ist nur eines der überraschenden experimentellen Ergebnisse von Hertz, welche wir noch etwas weiter verfolgen müssen. Hertz suchte vor allem jene elektrischen Schwingungen während ihrer Fortpflanzung durch den freien Raum nachzuweisen. Es ist das nicht eine von der vorangegangenen so wesentlich verschiedene Aufgabe, als es den Anschein haben könnte; denn auch bei unserem letzten Versuche spielt die Luft oder ein anderer zwischen den Drähten befindlicher Körper, von dem man annimmt, dafs er nichts weiter zu thun hat, als die Drähte von einander zu isoliren, eine wesentliche Rolle. Der springende Punkt der Hertzschen Untersuchungen ist eigentlich der, dafs durch sie der eigentliche Schauplatz der elektrischen Schwingungen in diese Isolatoren verlegt

wird, während die Leiter nur die Rolle von undurchlässigen Begrenzungen des die elektrische Schwingung vermittelnden Mediums spielen. So stellte Hertz auf den Gang der elektrischen Wellen, welche er in einem derartigen Plattenpaar erzeugt hatte, eine metallische Wand, und er wies nach, dafs die Wellen von dieser zurückgeworfen wurden, so dafs stehende Wellen entstanden. Da, wie ich Ihnen andeutete, die Schnelligkeit der Schwingungen von der Beschaffenheit des Metallkörpers, an welchem sie sich vollziehen, abhängig ist, können Sie sich leicht denken, dafs man zwei Metallkörper aufeinander abstimmen kann. Wenn man mit einem solchen Resonator, der nichts weiter ist, als ein Metallkörper mit einer Unterbrechungsstelle, den Bezirk der stehenden Wellen abschreitet, so sieht man, dafs an einzelnen Punkten Funken in der Unterbrechungsstelle auftreten, an anderen hingegen nicht. Welche Folgerung man hieraus zu ziehen im stande ist, liegt auf der Hand; man hat die Lage der Schwingungsknoten und Bäuche bestimmt. Wir wollen hier einen anderen, den berühmtesten der Hertzschen Versuche wiederholen. In der Brennlinie dieses grofsen parabolischen Spiegels A (Fig. 4), wollen wir Schwingungen dadurch erzeugen, dafs wir zwischen zwei Metallkörpern, welche mit dem Inductorium verbunden sind, Funken überspringen lassen. Der so entstehende Strahl elektrischer Kraft wird in genauer Analogie zu unserem früheren Versuch über Wärmestrahlung in der Brennlinie jenes zweiten Spiegels B conzentrirt. Dort befindet sich ein Metallkörper mit einer Unterbrechungsstelle, an welcher ein kleines Fünkchen auftreten wird, sobald sich jene Schwingungen bei A vollziehen. Es fragt sich, wie ich Ihnen dieses, trotz der grofsen Apparate sehr kleine, nur etwa $^1/_{100}$ mm lange Fünkchen sichtbar mache. Dazu verfahre ich folgendermafsen: Ich verbinde mit dem einen Theil des Metallkörpers das Elektroskop, dessen Blättchen ich wiederum auf dem Schirm sichtbar mache; das andere Stück des Metallkörpers leite ich zur Erde ab. Wenn ich dem Elektroskop eine Ladung ertheile, so wird es dieselbe behalten, weil eben die Leitung zur Erde jene kleine Unterbrechungsstelle hat. So wie aber ein Funke überspringt, ist für den Augenblick die Verbindung hergestellt und das Elektroskop wird sich entladen. Der elektrische Strahl, welcher dort von einem Spiegel zum andern übergeht, wird Ihnen also durch ein momentanes Zusammenfallen der Blättchen wahrnehmbar werden. Natürlich steht diese Entladung nicht in einem tieferen Zusammenhange mit jener Erscheinung, aber sie bietet uns das bequemste Mittel, die letztere zu beobachten. Sie sehen, wie jetzt der Apparat das leistet, was

ich versprochen habe. — Für einen solchen Strahl sind nicht leitende Körper durchlässig, z. B. ist es diese Bretterwand, welche wir hier aufbauen. Nicht durchsichtig sind leitende Substanzen, z. B. der menschliche Körper. Ich stelle mich mit meinem Kollegen auf den Gang des Strahles, Sie sehen, dafs das Elektroskop seine Stellung beibehält. Jetzt treten wir zur Seite, und sofort fallen die Blättchen zusammen, ein Beweis dafür, dafs wir Beide auch in diesem Sinne nicht durchsichtig sind. Und weiter: der Strahl, welchen wir hier erzeugen, ist nothwendigerweise polarisirt. Die Wirkung vertheilt sich nicht gleichmäfsig um die Achse des Strahles, sie ist in vertikaler Ebene eine andere, als in horizontaler. Ich stelle hier ein Gitter auf, welches aus einem mit Kupferdraht bespannten Holzrahmen besteht. Sie wer-



Figur 4.

den sich nicht wundern, dafs die Wirkung jetzt aufhört, da wir eben eine Wand aus leitender, also für elektrische Schwingungen undurchlässiger Substanz aufgestellt haben. Ich drehe das Gitter so, dafs die Drähte wagerecht sind, und Sie sehen, die Wirkung tritt wieder ein. Wir könnten dies auch so ausdrücken: Wenn in einem Körper eine Induktionswirkung stattfinden kann (die Drähte stehen zunächst senkrecht, wie die Funkenbahn), so verhält er sich wie ein Metall, er läfst keine Strahlen elektrischer Kraft durch. Wenn hingegen keine Induktionswirkung stattfinden kann (bei wagerechter Stellung der Drähte), so ist er für solche Strahlen durchsichtig. Auch ohne dafs wir diese Strahlen eingehender besprechen, wird Ihnen einleuchtend sein, dafs sich hier bis ins Einzelne eine Uebereinstimmung mit den an Lichtstrahlen angestellten Versuchen verfolgen läfst. Wenigstens erwähnen will ich noch, dafs Hertz aufser diesen Versuchen über Reflexion

und Polarisation auch solche über Brechung elektrischer Strahlen angestellt hat. Er bediente sich dabei eines Prismas aus isolirender Substanz, nämlich aus Pech.

Auf eine bedeutungsvolle Seite der Hertzschen Versuche hatte ich bereits vorhin hingewiesen. Viel wichtiger ist indefs die Erkenntnifs, welche wir hier zuletzt gewonnen haben. Die Versuche liefern den experimentellen Nachweis für einen schon länger geahnten Zusammenhang zwischen Licht und Elektrizität. Nach der hauptsächlich von Maxwell, später besonders von Poynting und Hertz ausgearbeiteten elektromagnetischen Theorie des Lichtes sind Lichtschwingungen nichts anderes als die elektrischen Schwingungen, welche wir hier erzeugt haben. Nur die Schwingungszahlen sind bei den Wärme- und Lichtschwingungen gröfser. Jede Lichterscheinung, so sagt Hertz, ist also elektrischer Natur, nicht blofs das Licht der Glühlampe, welches unmittelbar durch den elektrischen Strom erzeugt ist, sondern auch das Licht einer Kerze, eines Glühwurmes.

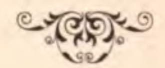
Ich möchte Ihnen zum Schlufs noch einen letzten Versuch vorführen, welcher von einer anderen Seite auf Beziehungen zwischen Elektrizität und Licht hinweist. Den Anstofs zu dieser Untersuchungsreihe hat ebenfalls Hertz gegeben. Weiter fortgeführt sind die Forschungen besonders von den Herren Hallwachs, Elster und Geitel. Man hat nämlich gefunden, dafs gewisse Lichtarten, besonders die für das Auge unsichtbaren ultravioletten Strahlen, den Vorgang der elektrischen Entladung erheblich zu beeinflussen im stande sind. Die Wirkung erstreckt sich in anderer Weise auf die negative als auf die positive Elektrizität. Ich stelle das Elektroskop jetzt so auf, dafs die Lichtstrahlen von der Lampe ohne alle Linsen auf dasselbe treffen. Ich thue das deshalb, weil Glas zwar alle sichtbaren, aber eben nicht jene ultravioletten Strahlen durchläfst. Die Strahlen fallen besonders auf einen speziellen Theil des Elektroskops, nämlich auf die amalgamirte Zinkkugel, welche Sie hier sehen.[1]) Zunächst lasse ich indessen die Lichtstrahlen durch eine Glasplatte hindurchgehen. Ich lade das Elektroskop mit negativer Elektrizität. Sie sehen, dafs die Blättchen divergiren; ich nehme die Glasplatte fort und in demselben Augenblick fallen die Blättchen zusammen. Ich brauche wohl nicht beson-

---

[1]) Die Zinkkugel war mittelst eines starken Drahtes so an der Stange des Elektroskopes befestigt, dafs sie zwischen Lampe und Goldblättchen, aber etwas tiefer als die letzteren hing. Die Lichtstrahlen beeinflufsten also die Kugel, beleuchteten aber gleichzeitig das Elektroskop, so dafs eine Projektion möglich war.

ders hervorzuheben, dafs in diesem Falle die Entladung das Wesentliche des Vorgangs, nicht wie vorher, nur ein äufserliches Kennzeichen ausmacht. Man ist weit davon entfernt, für diese Erscheinung eine abschliefsende Erklärung gefunden zu haben. Die vorliegenden Erklärungsversuche gehen darauf aus, den Vorgang als eine elektrische Resonanzerscheinung aufzufassen.

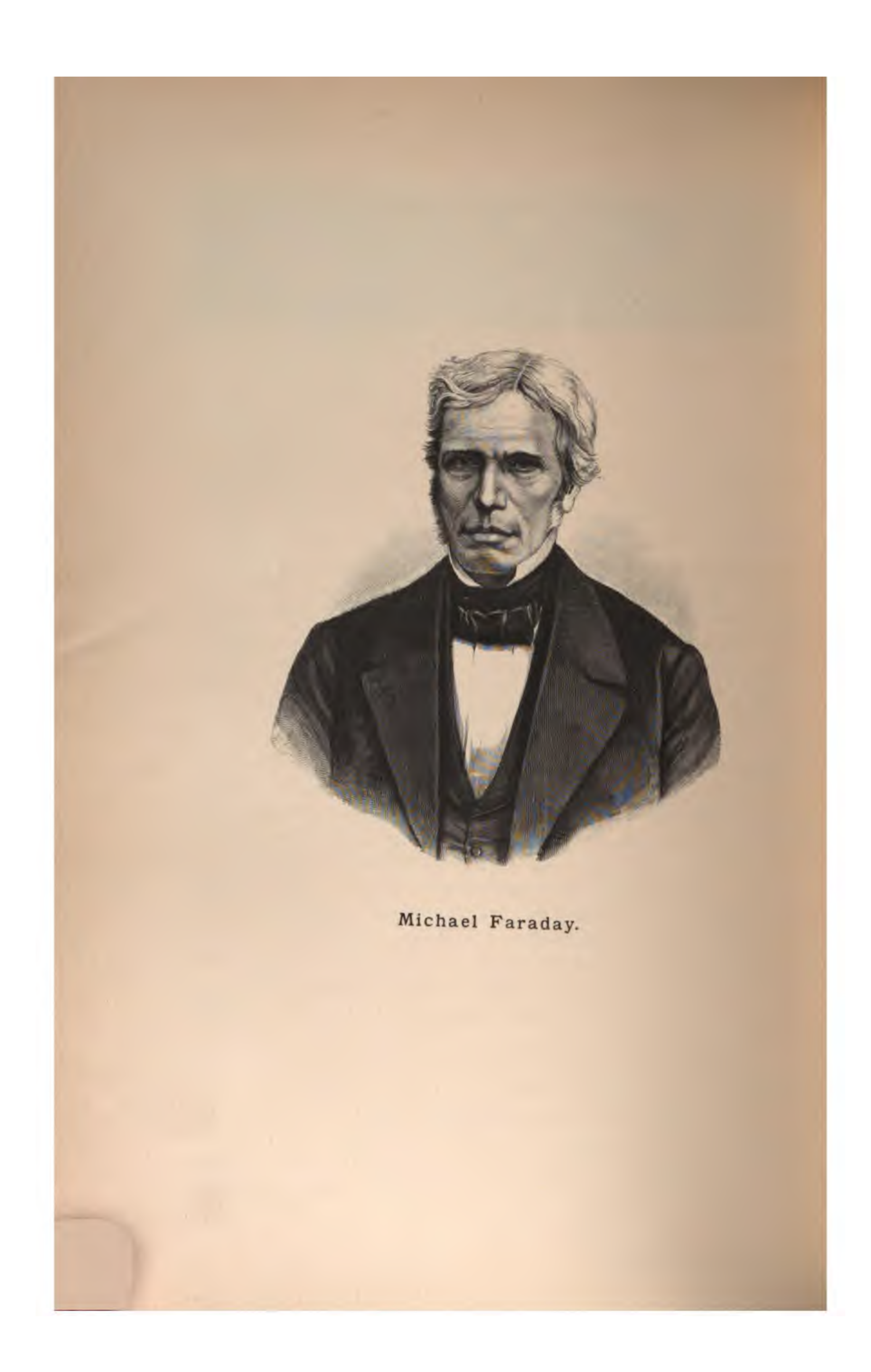
Fassen wir schliefslich das Resultat dieser neuen, und wie Sie sehen, höchst merkwürdigen Untersuchungen zusammen, so scheint es auf den ersten Anblick nur ein negatives zu sein, insofern es den Anschein hat, als müsse die bisherige Theorie des Lichtes, welche fast als unanfechtbar galt, zum alten Eisen geworfen werden. Und ferner sagen uns wenigstens die hier angestellten Ueberlegungen ja noch nicht, was denn das eigentliche Wesen einer solchen elektrischen Welle, und somit auch das der Elektrizität überhaupt sei. „Können wir denn nun", so fragen wir, „alles auf jenen einfachsten und fafslichsten Vorgang der Bewegung zurückführen?" Nun mit dem ersten Punkte steht es wohl nicht so schlimm, wir brauchen die Wellentheorie des Lichtes ja nicht eigentlich fallen zu lassen. Alles, was sie uns über die Wellen, ihre Länge, ihre Interferenz u. s. w. gesagt hat, die wunderbaren Folgerungen, welche sie hieraus zu ziehen wufste, das alles bleibt bestehen; nur das, was wir unter einer solchen Welle zu verstehen haben, ist etwas Anderes. Wir sprechen nicht mehr von Störungen des elastischen Gleichgewichtes im Aether, sondern von elektrischen, und von den hiermit unzertrennlich verknüpften magnetischen Störungen. Wenn wir also auch auf jene zweite Frage zur Zeit eine befriedigende Antwort zu geben noch nicht im stande sind, so haben wir wenigstens den Gewinn, dafs wir nunmehr nur noch zwei grofse Gebiete der Naturvorgänge kennen. Nämlich einmal das der mechanischen und akustischen Erscheinungen. Was darüber hinausgeht, bildet einstweilen noch ein Reich für sich, aber doch ein Reich, ein Gebiet, innerhalb dessen nicht mehr die Brücken abgebrochen sind, sondern welches unser Geist zu durchschreiten vermag, ohne dafs sein Streben nach einheitlicher Auffassung der Natur in jedem Augenblicke unbefriedigt bleibt.





Michael Faraday.

In wenigen Monaten, am 22. September d. J., werden 100 Jahre vergangen sein, seit M. Faraday zu Newington in Surrey das Licht der Welt erblickte. Bekanntlich gehört der unvergleichliche Forscher zu der nicht eben bedeutenden Zahl jener genialen Naturen, denen trotz der ungünstigsten Verhältnisse lediglich durch eigene Kraft der grofse Wurf gelang. Als Sohn eines armen Grobschmieds genofs er nur den allerdürftigsten Unterricht, und schon von seinem elften Lebensjahre an hatte er von den materiellen Sorgen des Lebens seinen Antheil zu tragen; er wurde „errand-boy“ eines Buchbinders, bei welchem er einige Jahre später in die Lehre trat. Sein Beruf gab ihm Gelegenheit, naturwissenschaftliche Bücher zu lesen. Daneben besuchte er bisweilen populäre physikalische Vorträge, zu denen ihm sein älterer Bruder, Grobschmied wie der Vater, den Eintrittsschilling schenkte. Das waren die wissenschaftlichen Anregungen, welche auf das Gemüth des Knaben wirkten — ein Beleg für die hohe Bedeutung populärer Ausbreitung der Wissenschaft. Er selbst stellte, soweit ihm das die wenigen Pence wöchentlichen Lohnes gestatteten, kleine chemische Versuche an. Doch blieb er bei dieser Beschäftigung, welche für so viele Knaben nichts weiter als eine wissenschaftliche Spielerei bedeutet, nicht stehen, sondern er bildete sich vor allem dadurch weiter aus, dafs er sich eine Art laufender Berichterstattung anlegte über wissenschaftliche Gegenstände und Ereignisse, wie er sie in Journalen, Revuen u. s. w. dargestellt fand. Ein solcher Bericht, den er über einige Vorlesungen Davys verfafste und auf Anrathen eines seiner Freunde an diesen Forscher einsandte, verschaffte ihm die Bekanntschaft desselben. Davy rieth zwar zunächst dem strebsamen jungen Manne, bei seinem Buchbindergewerbe zu bleiben, und versprach ihm Zuwendung von Aufträgen; nach einiger Zeit jedoch gab er ihm in seinem Laboratorium an der Royal Institution eine Gehülfenstelle. Dieses Ereignifs bedeutete einen Wendepunkt in Fara-



Michael Faraday.

days Leben, der sich in seinen Folgen als höchst bedeutsam für die Entwicklung der Kultur unseres Jahrhunderts herausstellen sollte. Seltene Vorzüge freilich, nicht nur des Intellekts sondern auch des Charakters, gehörten dazu, dafs diese Folgen wirklich eintraten. Auf einer Reise nach dem Kontinente, welche Faraday in den Jahren 1814 und 1815 als Begleiter Davys unternahm, war er zur Verrichtung untergeordneter Dienste genöthigt, ein Opfer, das ihm von Lady Davy nicht leicht gemacht wurde, welches vielmehr, wie er selbst sagt, nur ein demüthiger Mensch zu bringen im stande war. Im folgenden Jahre begann Faraday einen Kursus von Vorlesungen, und bald veröffentlichte er die ersten wissenschaftlichen Untersuchungen.

Es kann nicht in unserer Absicht liegen, die wissenschaftlichen Verdienste eines so bedeutenden Mannes hier in wenigen Zeilen darzustellen. Nur darauf sei hingewiesen, dafs sein Hauptbestreben darauf ausging, die Verwandtschaft und Einheitlichkeit der Naturerscheinungen nachzuweisen, also eine Vereinfachung unserer Anschauungen über das Wesen der Naturkräfte herbeizuführen. Als Beispiel hierfür mögen seine Experimente über die Verflüssigung von Gasen gelten, durch welche die Thatsache festgestellt wurde, dafs die Gase nur Dämpfe von Flüssigkeiten mit sehr niedrigem Siedepunkte sind: Die scheinbare Grenze zwischen verschiedenen Arten der Materie bestand nicht mehr. Dahin gehört ferner die Entdeckung jener Beziehung zwischen Licht und Elektrizität, welche in dieser Zeitschrift an anderer Stelle besprochen worden ist, vor allem aber die Erschliessung des ungeheuren Gebietes der Induktionserscheinungen. Wir sind heutzutage durch die ausgedehnten Anwendungen, welche die Elektrizität gefunden hat, fast abgestumpft gegen das Wunderbare, das in diesen Erscheinungen liegt. Man vergegenwärtige sich aber einmal, welchen Eindruck es auf die Zeitgenossen machen mufste, wenn Faraday dieselbe geheimnisvolle Kraft, die im Magneten das Eisen anzieht, in jene andere zu verwandeln verstand, welche mit Blitz und Donner unsere Atmosphäre erschüttert, man vergegenwärtige sich, dafs fast alle Anwendungen elektrischer Ströme in der Medizin, im Beleuchtungswesen, in der Kraft- und Tonübertragung Induktionsströme nutzbar machen, und man gewinnt einen Ueberblick über die theoretische und praktische Tragweite der Experimente Faradays. Dem Forscher selbst kam es auf die praktische Verwerthbarkeit weniger an, als auf jenes oben angedeutete Ziel, dessen weitere Verfolgung ihn auch auf die Entdeckung des Diamagnetismus führte. „Nicht blos das Eisen, sondern alle Materie ist den mag-

netischen Einflüssen unterworfen.“ Die Erscheinungen der Dielektrika, welche nebst den sich daran knüpfenden Folgerungen auf Seite 164 dieses Jahrgangs unserer Zeitschrift eine kurze Besprechung gefunden haben, gehören ebenfalls hierher. Erwähnen wir von Resultaten anderer Untersuchungen noch die Entdeckung des Benzols und die Auffindung des wichtigsten Gesetzes auf dem Gebiete der Elektrolyse, so haben wir die hauptsächlichsten Ergebnisse wenigstens aufgezählt — eine bei weitem reichere Summe von Schätzen als sie sonst ein Menschenleben zu fördern vermag! Wir verstehen es, wenn Tyndall seine Schrift über Faraday[1]) mit den Worten schliefst: „Es mufs zugestanden werden, dafs Michael Faraday der gröfste Forscher auf dem Gebiete des Experimentes war, welchen die Welt jemals besafs; und ich will hinzufügen, dafs der Fortschritt künftiger Unternehmungen den Glanz der Arbeiten des grofsen Forschers vergröfsern und erhöhen, nicht aber verringern wird“ — eine Prophezeiung, welche schon jetzt zum grofsen Theile in Erfüllung gegangen ist. Spies.



Eduard Schönfeld †.

Am 1. Mai d. J. ist in Bonn der Direktor der dortigen Universitäts-Sternwarte, Geh. Regierungsrath Prof. Dr. Eduard Schönfeld, im Alter von noch nicht drei und sechszig Jahren gestorben.

Mit ihm scheidet aus dem Zusammenwirken der Astronomen ein hochverdienter Mann, eine ausgezeichnete Forschungs- und Lehr-Kraft, so recht das Vorbild derjenigen astronomischen Thätigkeit, welche nicht nach unmittelbaren Ergebnissen ringt, sondern durch treues Dienen innerhalb umfassenderer Arbeitspläne die gröfsten Ergebnisse vorbereiten hilft, indem sie in rastloser Hingebung ungezählte Tage und Nächte der Erweiterung und der geordneten Aufzeichnung und Mafsbestimmung der Erscheinungen im Himmelsraume widmet.

Eduard Schönfeld war am 22. Dezember 1828 zu Hildburghausen geboren. Auf dem Gymnasium seiner Vaterstadt gebildet, hat er anfangs die technischen Hochschulen zu Cassel und zu Hannover, sodann die Universitäten zu Marburg und zu Bonn besucht.

In Bonn, wo damals (um 1852) Argelander auf der Höhe seines Wirkens war, wurde Schönfeld von diesem für den grofsen

[1]) Faraday und seine Entdeckungen. Eine Gedenkschrift von John Tyndall, deutsche Uebersetzung von H. v. Helmholtz.

Plan gewonnen, eine bis dahin noch fehlende vollständige Darstellung des ganzen Sternreichthums der nördlichen Himmelshalbkugel bis zu den Sternen der neunten Gröfse, zugleich mit einer genäherten Ortsbestimmung dieser Sterne, durchzuführen.

Gemeinsam mit Argelander und dem Studiengenossen Adalbert Krueger, dem jetzigen Direktor der Sternwarte zu Kiel, wurde das grofse Werk, die sogenannte Bonner Durchmusterung des Himmels, was die unmittelbaren Beobachtungen betrifft, in nahezu 6 Jahren



Eduard Schönfeld.

vollendet. Das Ergebnifs war eine grofsartige Sternkarten-Sammlung und die Orts- und Helligkeitsbestimmung von etwa rund 300 000 Fixsternen, für deren jeden mindestens zwei unabhängige und hinreichend übereinkommende Bestimmungen erlangt waren.

Nach dem Abschlufs der Beobachtungen wurde Schönfeld im Jahre 1859 als Direktor der Sternwarte nach Mannheim berufen, wo er einem andern Theile von Argelanders Wirksamkeit, nämlich der Erforschung der Gesetze der Helligkeitsschwankungen der Sterne, hervorragende Mitarbeit widmete und zugleich an dem Bonner Werk und seiner definitiven Gestaltung mitzuwirken fortfuhr. Nach Argelanders Tode (1875) zum Direktor der Sternwarte in Bonn berufen, hat er alsdann die Durchmusterungs-Arbeit auch auf die in unsern Breiten sichtbaren Sterne der südlichen Himmelshalbkugel ausgedehnt.

In der internationalen astronomischen Gesellschaft, für deren erste gröfsere Gesamtarbeit alle diese Bonner Vorarbeiten die eigentliche Grundlage bildeten, ebenso wie sie für die wissenschaftliche Ver-

werthung der jetzt im Gange befindlichen photographischen Aufnahme des Himmels von grundlegender Bedeutung bleiben werden, ist Schönfeld einer der verdientesten und wirksamsten Genossen gewesen. Insbesondere hat das litterarische Organ dieser Gesellschaft, die Viertelsjahrschrift, deren einer Redakteur er war, seiner grofsen Sachkenntnifs und Belesenheit, sowie einer gewissen feinen, fast philologischen Art der Kritik, die ihm eigen war, aufserordentlich viel zu danken gehabt.

Mitten in allen diesen Arbeiten hat Schönfeld der Bonner Universität eine Lehrthätigkeit sehr hohen Ranges gewidmet, von welcher zahlreiche Hörer und Schüler begeistertes Zeugnifs abgelegt haben.

Der Tod hat hier viel zu früh ein Menschenleben von nicht genug zu preisendem Werthe und von hoher Reinheit beendigt. Sein Andenken aber wird ebenso wie sein unmittelbares Schaffen noch reiche Früchte tragen. W. F.



Die Theilungen des grofsen Septemberkometen vom Jahre 1882.

Schon im ersten Jahrgange unserer Zeitschrift (S. 433) ist eine von Dr. Kreutz ausgeführte rechnerische Untersuchung erwähnt worden, welche sich auf die Bahn des im September 1882 auf der Südhalbkugel der Erde sichtbar gewesenen und späterhin auch auf der Nordhemisphäre beobachteten Kometen bezieht. Wie an erwähnter Stelle schon bemerkt worden ist, entwickelten sich in diesem Kometen vom Oktober 1882 ab mehrere, in der Richtung der Schweifaxe des Kometen hintereinander gelegene Kerne oder Knoten und zwar fünf oder sechs, die sich namentlich im Dezember immer mehr von einander entfernten, sich bis in den Februar und zum Theil März 1883 erhielten und dann für die Fernröhre verschwanden. Der Berechner hatte bei der Bestimmung der Bahn des Kometen sein Hauptaugenmerk auf die Feststellung der Kernlinie aus den Beobachtungen gerichtet und betrachtete den zweiten der erwähnten Kerne als den Schwerpunkt der Kernlinie; als Umlaufszeit des Kometen fand er 772 Jahre. — In einer jetzt vorliegenden weiteren, sehr mühsamen und sorgfältigen Untersuchung [1]) ist Herr Kreutz auf die Lage des Schwerpunktes der Kernlinie näher eingegangen. Obwohl es nämlich wahr-

[1]) H. Kreutz: Der grofse Septemberkomet 1882 II (Fortsetzung) [Publikation der Sternwarte in Kiel VI] 1891.

scheinlich erschien, dafs der zweite Kernpunkt als ein solcher Schwerpunkt zu betrachten sei, so war doch auch zu untersuchen, ob eine allenfallsige Verlegung jenes Schwerpunktes an eine andere Stelle der Kernlinie den Beobachtungen widerspricht. Die Ableitung der Bahnelemente bei der successiven Verlegung des Schwerpunktes in die 4 Hauptkerne zeigt, dafs aus den Beobachtungen keine völlig sichere Bestimmung der Lage jenes Punktes gewonnen werden kann. Als Ursache der Theilungen des Kometenkernes nimmt der Verfasser eine im Innern des Kometen aufgetretene störende Kraft an; diese Kraft, welche in der Richtung der Tangente der Bahn wirkend gedacht wird, mufs auch die Bahnelemente der einzelnen Kernpunkte geändert haben. Der Verfasser zeigt bei Annahme anderer zulässiger Bedingungen, dafs man für die 4 Hauptkernpunkte fast ein und dasselbe Elementensystem und zwar eine Umlaufszeit von 817 Jahren und eine Exzentrizität von 0.9999114 erhält, wenn man den Betrag der störenden Kraft verschieden annimmt, dafs somit der Komet (vor seiner Theilung) mit solcher Umlaufzeit und Exzentrizität in unser Sonnensystem gelangt sei; mit wesentlich hiervon verschiedenen Umlaufszeiten und Exzentrizitäten für die einzelnen Kerne hat uns dann der Komet im März 1883 wieder verlassen, nämlich mit 769 Jahren Umlaufszeit für den 2., 875 Jahren für den 3., 959 Jahren für den 4. und 664 Jahren für den 1. Kernpunkt.

Die Rechnungen zeigen ferner, dafs sich die Wirkung der störenden Kraft fast ganz und gar nur auf Veränderung der Bahnexzentrizität erstreckt und dies namentlich zur Zeit, als der Komet der Sonne am nächsten war (17. Septb.). Herr Kreutz berechnet, dafs schon Geschwindigkeitsveränderungen von — 0.46, + 0.46, + 1.05 und — 1,58 Meter pro Sekunde für den resp. 2., 3., 4. und 1. Kernpunkt hingereicht haben, die Zertheilung des Kometen herbeizuführen, während der Komet am 17. Sept. eine Geschwindigkeit von 478052 Meter besafs.[1]) Das für unsere fernere Erkenntnifs der Natur der Kometen sehr wichtige Resultat der Kreutzschen Abhandlung gipfelt darin, dafs es keinesfalls nöthig ist, an Explosionen oder an eine von der Sonne ausgehende, die Auflösung bewirkende Kraft zu denken, sondern

[1]) Welch grofse Dimensionen der Theilungsvorgang bei dem Septemberkometen erreicht hat, ersieht man am besten aus den schliefslichen Abständen der einzelnen Kerne von einander. Nach den Beobachtungen war die Entfernung des

	1. vom 2.	2. vom 3.	3. vom 4. Kernpunkte:
Anfang Nov. 1882	3400 Meilen,	4700 Meilen,	2600 Meilen,
„ März 1883	38000 „	27000 „	17000 „

dafs eine im Kometeninnern selbst auftretende Wirkung, die sich vom Mittelpunkte des Kometen nach allen Seiten hin gleichmäfsig erstreckt, das Auseinanderziehen des Kernes in eine Linie von Kernen zur Folge haben würde. Eine zur Zeit der Sonnennähe **nur** in der Richtung des Radiusvector oder eine senkrecht zur Bahnebene wirkende Kraft würde, wie der Verfasser gleichzeitig darthut, nur so geringfügige Veränderungen hervorbringen, dafs dieselben aus unseren Beobachtungen nicht erkennbar sein könnten. Demnach ist die Annahme störender, in dem Innern der Kometen auftretender Kräfte, wie übrigens auch verschiedentliche, namentlich spektroskopische Beobachtungen an anderen Kometen bewiesen haben, völlig gerechtfertigt und auch hinreichend zur Erklärung der Theilungen von Kometenköpfen; der in die Richtung der Tangente fallenden Componente dieser störenden Kraft fiele dann die Anordnung der einzelnen zertheilten Massen gegeneinander zu. Herr **Kreutz** untersucht auch noch, welchen Einflufs die Sonne auf die Bahn des Kometen ausüben würde, wenn sie keine Kugel, sondern mit einer Abplattung, wie mehrere andere Körper unseres Sonnensystems, versehen wäre. Es ergiebt sich, dafs aus den Beobachtungen des zweiten Kernpunktes des Kometen auf gar keine Abplattung des Sonnenkörpers geschlossen werden kann; dies stimmt auch mit dem aus allen bisherigen Messungen der Sonne hervorgegangenen Ergebnisse, dafs, wenn überhaupt eine Abplattung der Sonne vorhanden ist, diese nur verschwindend gering sein mufs. *



Zur Erfindung der Pendeluhren.

Durch die Entdeckung eines alten Manuskriptes im königlichen Staatsarchiv zu Osnabrück ist die Frage nach dem Erfinder der Pendeluhr wieder zur Diskussion gestellt, und es dürfte nicht uninteressant sein, darauf etwas näher einzugehen.

Während man sich im Alterthum zur Zeitmessung besonders der Sand- und Wasseruhren bediente, die man auch heute noch, namentlich in ersterer Art, hie und da in Gebrauch findet, z. B. auf einzelnen Kanzeln zum Angeben der Länge der Predigt, kamen im Mittelalter Räderuhren in Aufnahme und fanden weite Verbreitung, sodafs im 14. Jahrhundert solche Schlaguhren in kleinen Städten, ja selbst in manchen Dörfern nichts Seltenes waren. Wenn man von einem Pendel absieht, das uns später beschäftigen soll, besafs eine Schlaguhr, wie die jetzt gebräuchlichen Zeitmesser, ein Gewicht zum Treiben

eines Räderwerks, das seine Bewegung den Zeigern mittheilte, und ein Sperrrad, das das Aufziehen ohne Störung des Ganges gestattete. Ein horizonlat schwingendes Kreuz diente zwar zu genäherter Regulirung, doch in sehr unvollkommener Weise, sodafs schon nach dem ersten Versuch des Nürnberger Patriziers Walther (1484), die Räderuhr bei astronomischen Beobachtungen zu verwenden, die alten Wasser- und auch Quecksilberuhren wieder zu Ehren kamen, da sie immer noch bessere Resultate lieferten als jene. Dazu kam noch, dafs die zum Treiben nöthigen Gewichte aufserordentlich schwer waren, so bei Thurmuhren oft viele Zentner.

Erst die Einführung des Pendels als Regulator sollte hier Abhilfe schaffen; wem aber der Ruhm dieser That gebührt — das zu entscheiden dürfte schwer sein. Gemeinhin werden drei Männer genannt: Galilei, Huyghens und Bürgi. Nach Humboldts Kosmos ist es zwar wahrscheinlich, dafs schon die Araber Pendelschwingungen zur Abschätzung kleiner Zeiträume benutzten, wobei sie vielleicht aus der Vergleichung mit andersartigen Uhren feststellten, dafs gleich lange Pendel zu gleich vielen und gleich weiten Schwingungen stets dieselben Zeiten gebrauchten. Sicherlich blieb es aber dem neunzehnjährigen Studenten der Medizin Galilei vorbehalten, zuerst klar auszusprechen, dafs die Schwingungen eines Pendels alle von gleicher Dauer (isochron) sind, wie grofs auch die Schwingungsweite ist. Dieses Gesetz, das zwar, wie später die mathematische Untersuchung ergab, nicht in aller Strenge gilt, aber für die Uhrentechnik als zutreffend angesehen werden kann, fand Galilei 1583 im Dom zu Pisa, als er bei einem Gottesdienst die Schwingungsdauer der, wie vielfach üblich, an Seilen aufgehängten Kronleuchter an den Pulsschlägen abzählte. Hiermit war nun ein treffliches Mittel gegeben, die Zeit sicher zu messen — es fehlte nur noch die Verbindung mit einem Räderwerk und die jetzt gebräuchliche Uhr wäre fertig. Bei seinen vielseitigen epochemachenden Arbeiten konnte sich Galilei zunächst nicht weiter mit der zeitmessenden Verwendung des Pendels beschäftigen, doch gab er den Gedanken daran nicht auf, wie wir aus einem Brief vom 5. Juni 1636 ersehen, worin er auseinandersetzte, wie man mit dem Pendel ein Zählwerk verbinden könne, das die Anzahl der vollendeten Schwingungen und damit in gewissem Sinne die Zeit angebe. Sein Sohn Vincenzo hat zwar nach des Vaters Angaben Modelle konstruirt, von denen Abbildungen in der Bibliotheca Palatina zu Florenz [1]) vorhanden sind, doch blieb die praktische Durch-

[1]) Nach Gretschel. Eine Bibliotheca Palatina giebt es nun zu Florenz

führung anderen vorbehalten, vornehmlich dem Holländer **Huyghens**, der als der eigentliche Erfinder der Pendeluhr gilt.

Wenn es nun auch als selbstverständlich angesehen werden kann, dafs **Huyghens** von **Galileis** Pendelgesetz gehört, so bleibt es doch sein unbestrittenes Verdienst, dieses Gesetz mathematisch gut begründet und weiter ausgebaut zu haben, sodafs nun die Theorie in ihren Grundzügen festgelegt war — später, wie wir hier einschalten wollen, hat dann der unermüdliche **Euler** etwa im Jahre 1736 durch Benutzung der Infinitesimalrechnung die für die Praxis vollkommen ausreichende Näherungsformel von **Huyghens** in eine streng gültige verwandelt. Ganz unabhängig aber hat letzterer sicherlich die Pendeluhr erfunden. Er schlug dabei den umgekehrten Weg **Galileis** ein, indem er nicht vom Pendel ausging und zu demselben ein Zählwerk zu erfinden versuchte, sondern an dem Werk der bisher gebräuchlichen, eingangs von uns geschilderten Räderuhren das Regulirkreuz beseitigte und dasselbe durch das Pendel ersetzte. Damit war das Instrument erfunden, nach dem besonders die Astronomen so lange vergeblich getrachtet hatten, und sogleich ward es auch von einem ausgezeichneten Himmelsforscher, dem Danziger Bürgermeister **Hevelcke**, bei seinen Beobachtungen angewendet, bald darauf auch von dem Engländer **Flamsteed**. **Huyghens** bekam auf seine Erfindung ein Patent vom 16. Juni 1657, und nun gab er auch im selben Jahre in dem Werk „Kurzer Unterweis über den Gebrauch der Horologien etc." eine Beschreibung der ersten Uhr, die von **Turet** in Paris angefertigt wurde und jetzt noch im physikalischen Kabinet zu Leyden aufbewahrt wird.

Damit begnügte sich aber **Huyghens** nicht, sondern suchte die Theorie des Pendels noch weiter zu vervollkommnen und dieselbe für die Praxis noch ergiebiger zu machen. Oben hatten wir bereits darauf hingewiesen, dafs die Schwingungen eines Pendels nur dann gleiche Dauer haben, wenn sie klein sind; diesen vermeintlichen Uebelstand wollte **Huyghens** nun beseitigen. Durch seine mathematischen Betrachtungen, die wir hier übergehen müssen, kam er dann auf die Konstruktion des sogenannten Cycloidalpendels[2]): eine

nicht, wohl aber zu Rom als Teil der Bibliotheca Vaticana, wo auch die Akten des Prozesses **Galileis** sind. Andererseits sind Manuskripte **Galileis** in der Bibliotheca Riccardiana zu Florenz vorhanden, so dafs wohl diese gemeint ist.

[2]) Eine Cycloide ist der Weg eines Punktes auf dem Umfang eines Kreises, der auf einer Geraden rollt. Man merke sich z. B. einen Punkt am Radkranze eines langsam fahrenden Wagens und beobachte den Weg des Punktes in Bezug auf die Strafsenbahn.

schwere Kugel hängt an einem Faden, der sich bei der Schwingung des Pendels einem beiderseits vom Aufhängungspunkt angebrachten cycloidisch gekrümmten Blechstreifen anschmiegt, wodurch die Pendellänge um so mehr verkürzt wird, je gröfser der Ausschlag ist. Auf diese Weise wurde allerdings erreicht, dafs das Pendel auch bei verschiedenen Schwingungsweiten gleich lang dauernde Schwingungen ausführte, doch bewährte sich die Vorrichtung nicht so, wie man erwartet hatte. Einmal war es schwer, die Blechstreifen genau in Cycloidenform zu bringen, sodann wurde die natürliche Steifheit des Fadens durch Staub und Feuchtigkeit noch vermehrt, und endlich mufste mit dem Wachsen der Schwingungsweite naturgemäfs der von der Kugel zu überwindende Luftwiderstand ein gröfserer werden. Man kehrte daher wieder zu den gewöhnlichen Pendeluhren zurück, ersetzte aber den Faden durch eine gegen Wärmeausdehnung fast unempfindlich gemachte (compensirte) flache Stange und die Kugel, die der Luft eine zu grofse Fläche darbot, durch eine linsenförmige Scheibe, die beim Schwingen weniger Widerstand findet. Dem Cycloidenpendel hat man sich bei neueren feinen Instrumenten wieder dadurch genähert, dafs man zur Aufhängung nicht eine Drahtschlinge oder eine Schneide, sondern eine elastische Feder (suspension à ressort) einschaltete.

Neueste Untersuchungen haben es nun allerdings wahrscheinlich gemacht, dafs Galilei bereits die Konstruktion einer wirklichen Pendeluhr angegeben habe, aber darüber hinaus bis zur praktischen Ausführung und Verwerthung ist er nicht gekommen, und da es erwiesen ist, dafs Huyghens von dieser Konstruktion erst nach erlangtem Patent gehört hat, so bleibt sein Ruhm ungeschmälert. Auch der dritte Concurrent, der Kasseler Uhrmacher Jost Bürgi, kann ihm denselben nicht ernstlich streitig machen; denn wenn auch Wolf ihm gern die Ehre zuweisen möchte, das Pendel in die Uhren eingeführt zu haben, und dabei auf noch existirende Werke Bürgis aufmerksam macht, an denen thatsächlich Pendel vorhanden sind, so hat doch eine Reparatur derselben um 1676 stattgefunden, bei welcher noch einige andere Theile hinzugefügt wurden; auch sind die beigebrachten historischen Zeugnisse zu dürftig nach Zahl und Inhalt und daher zu wenig beweiskräftig.

Im vergangenen Jahre (1890) hat nun Dr. Veltmann[3]) im Königlichen Staatsarchiv zu Osnabrück ein altes Manuskript entdeckt mit der Schilderung (Instructio) eines astronomischen Kunst-

[3]) Mittheilungen des historischen Vereins zu Osnabrück Bd. 15. Osnabrück. J. G. Kisling.

uhrwerks, das, ähnlich wie die hochberühmte Uhr im Strafsburger Münster, Sonne, Mond und Sterne und allerlei Figuren in Bewegung zeigte. „Um 1626 war es noch im stande und vom Volke bewundert; 1647 stand es bereits still, weil schon damals der Mann, der es allein zu regieren verstanden hatte, gestorben war. Auch war es gegen 1662 noch nicht wieder in Gang gebracht und wird wohl bald ganz entfernt worden sein.“ Seitdem war die Uhr verschwunden. Das jetzt aufgefundene Manuskript ist von dem Verfertiger des Werks, dem Vikarius Jost Bodeker (oder Jobst Bödeker) aus Wartberg, dem heutigen Warburg in Westfalen, im Jahre 1587 selbst geschrieben. In dem Abschnitt „Der gulden stern oben im Cronament; uhrwerck sonder unrast“ [Unruhe] heifst es: „Und kan derselbige guldene Stern mit seinem schnellen umblauffen tag, zeitt und stunden verwaren und also ebenso wol das gantze Astronomische werck regieren und ein ider [jeder] stuck nach seiner gelegenheitt und ordnung mit seinem lauffen umbziehen und bewegen nicht mehr oder weniger, gleich wie der unrast mit seiner umbher swebung.“ Weiter sagt der Künstler selbstbewufst: „Und ist solche Invention und von mir erfunden kunststuck nicht der geringsten eine. Dan [denn] fur meine person ich die tage meines lebens nicht gesehen, noch gehorrt habe, das einiger [irgend ein] meister gewesen sey, der ein uhrwerck ohne unrast hab machen konnen.“ Würde er nicht das Wort „ohne unrast“ so sehr betonen und von dem vollen Umlauf sprechen, so könnte man denken, der goldene Stern sei einfach an dem Regulierkreuz befestigt gewesen. Aus der Beschreibung scheint aber doch als ziemlich sicher hervorzugehen, dafs der Stern in Form einer Kugel oder Scheibe am Ende eines Drahtes oder dergleichen befestigt gewesen war, sodafs er bei seinem Umlauf eine senkrechte Drehaxe bewegt und damit das ganze Werk getrieben hat. Dann würde man das Centrifugalpendel vor sich haben, das, wie man sofort einsieht, nicht von der Schwingungsweite abhängig ist, da es ja stets einen ganzen Umlauf macht, also ein Pendel in vollkommenster Gestalt.[4]) Das Prioritätsrecht Bodekers wird ein noch gröfseres, wenn man erfährt, dafs der Genannte den Domherren von Osnabrück im Kapitelsaal Modell und Zeichnung bereits im Jahre 1578 vorlegte, also noch fünf Jahre vor der Entdeckung

[4]) Neuerdings hat es ein Dilettant, der Gutsbesitzer Harder, durch eigenartige Verwendung dieser Pendelart erreicht, eine 400 Tage gehende Uhr zu bauen. Er benutzt als Pendel eine um ihre Mittelaxe schwingende schwere Scheibe, wodurch er, da eine Ortsveränderung desselben nicht stattfindet, es erreicht hat, dafs der Einflufs des Luftwiderstandes nahezu verschwindet.

des Pendelgesetzes durch Galilei, und nahezu achtzig Jahre vor der Construction der ersten Pendeluhr durch Huyghens. Das Manuskript scheint auch mir recht deutlich für die obige Erklärung Veltmanns zu sprechen, vielleicht liefse sich aber noch eine andere Deutung finden; freilich der Hauptbeweisgrund, die Uhr selbst, fehlt und wird wohl nicht mehr zum Vorschein kommen.

So gern wir nun auch die Erfindung der Pendeluhr für einen Deutschen in Anspruch nehmen möchten, so gebietet es doch die Wissenschaft, die keine politischen noch sonstigen Grenzen dulden kann, offen auszusprechen: die Erfindung durch Bürgi oder Bodeker ist nicht sicher gestellt, bei ersterem sogar sehr fraglich, durch Galilei sehr wahrscheinlich, durch Huyghens gewifs. Es wird also durchaus nicht falsch sein, letzteren als den eigentlichen Erfinder zu betrachten. Immerhin darf aber der so vielfach bestätigte Erfahrungssatz nicht vergessen werden: grofse Erfindungen liegen so in der Zeit, dafs sehr wohl geniale Köpfe zugleich und doch unabhängig von einander denselben Gedanken haben und ihn — jeder nach seiner individuellen Anlage — verwirklichen können. C. Kafsner.



Oceanographische Forschungen im Schwarzen Meere. Zur Erforschung des in seinen oceanographischen Verhältnissen noch wenig bekannten Schwarzen Meeres wurde auf Veranlassung der russischen Regierung im letzten Sommer eine Expedition ins Werk gesetzt, deren wissenschaftlicher Stab aus den Herren Wrangel, Spindler und Andrussof bestand. Die Expedition durchkreuzte auf dem unter Kommando des Kapitains Smirnof stehenden Kriegsschiff Tschernomoretz von Odessa ausgehend in mehreren Richtungen das Schwarze Meer zwischen dieser Stadt, Sebastopol, Batum und dem Bosporus und führte mit gutem Erfolg eine Reihe von Tiefenmessungen, Lothungen, Temperaturbeobachtungen, spezifischen Gewichts-Bestimmungen etc. aus. Die Lothungen wurden mit dem Thomsonschen Loth und dem Tiefenmesser von Meyer, die Temperaturbeobachtungen mit Miller-Casella und Negretti-Zambra-Thermometern angestellt.

Die gröfste Tiefe, 2250 Meter, wurde ungefähr im geometrischen Mittelpunkt des Meeres gelothet. Rings um diesen Mittelpunkt herum bleibt der Meeresboden nach allen Richtungen hin horizontal; eine Bodenerhebung, wie man sie zwischen der Krim und Anatolien in der Mitte des Schwarzen Meeres vermuthete, existirt nicht, ebenso

wenig wie die grofsen Tiefen, welche man früher am Fufse des Kaukasus gefunden zu haben glaubte.

Der flachste Theil des Bassins, dessen Tiefen nur bis 180 Meter reichen, liegt im Nordwesten zwischen der Donau- und Dniepr-Mündung; in den Ablagerungen der durch diese bedeutenden Ströme mitgeführten Sinkstoffe findet diese Verflachung eine leichte Erklärung. — Die vertikale Temperaturvertheilung zeigte eine eigenthümliche Unregelmäfsigkeit; die Temperatur nahm zunächst von der Oberfläche nach der Tiefe schnell ab, um jedoch sodann von etwa 50 Meter an wieder langsam bis zum Meeresgrunde zuzunehmen. Ein Beispiel mag dies erläutern. Im Juli wurden folgende Temperaturen des Wassers gefunden:

Oberfläche	23,0 ° C.	In 90 Meter	7,8 ° C.
In 9 Meter	21,2 „	„ 108 „	8,0 „
„ 18 „	15,6 „	„ 126 „	8,5 „
„ 27 „	11,2 „	„ 180 „	8,8 „
„ 36 „	8,4 „	„ 370 „	9,0 „
„ 54 „	7,1 „	„ 1650 „	9,1 „
„ 72 „	7,5 „	„ 2200 „	9,3 „

Der Salzgehalt nahm von der Oberfläche nach der Tiefe hin regelmäfsig zu, von 1,729 % an der Oberfläche bis zu 2,233 % in 1650 Meter Tiefe. Das Schwarze Meer ist infolge der demselben zugeführten grofsen Süfswassermengen der in dasselbe einmündenden Flüsse und der verhältnifsmäfsig geringen Verdunstung weniger salzhaltig als das Mittelländische Meer. Das leichte Oberflächenwasser fliefst deshalb durch den Bosporus, das Marmara-Meer und die Dardanellen aus dem Schwarzen in das Mittelländische Meer ab und wird ersetzt durch in umgekehrter Richtung fliefsendes salzreicheres Wasser der Tiefe. R.



Die Begründung einer Vereinigung von Freunden der Astronomie und der kosmischen Physik.

Am 19. Mai hat in den Räumen, welche von der Gesellschaft Urania zur Verfügung gestellt worden waren, die Begründung einer Vereinigung von Freunden der Astronomie und der kosmischen Physik stattgefunden.

Die Einladung hierzu war von einem Ausschusse ausgegangen und in dessen Namen von folgenden Herren unterzeichnet worden: S. Archenhold (Berlin), C. G. Büttner (Steglitz, früher Missionar in Südwest-Afrika), Prof. W. Foerster (Berlin), Prof. E. Goldstein

(Berlin), O. Jesse (Steglitz), Prof. Karlinski (Krakau), Dr. H. J. Klein (Köln), E. v. Lade (Monrepos, Geisenheim), Prof. Lehmann-Filhés (Berlin), Dr. M. W. Meyer (Berlin), G. v. Niessl (Brünn), J. Plafsmann (Warendorf), Joachim Graf Pfeil (Berlin), Prof. E. Reimann (Hirschberg), Dr. W. Schaper (Lübeck), Freiherr von Spiefsen (Winkel a. R.), Dr. M. Thiesen (Charlottenburg), Prof. L. Weber (Kiel), Prof. L. Weinek (Prag).

Dieser Einladung waren etwa dreifsig Damen und Herren gefolgt und im Ganzen lagen etwa 60 vorläufige Beitritts-Erklärungen zu der Vereinigung vor, von denen nicht wenige von solchen Freunden der Forschung auf dem in Rede stehenden Gebiete herrührten, welche bisher den fachgenössischen Kreisen noch gar nicht bekannt und lediglich durch die Mittheilung der Einladung in der Zeitung zum Hervortreten veranlafst waren. Gerade von diesen Seiten wurde der Plan der Vereinigung aufs wärmste begrüfst und die Erwartung ausgesprochen, dafs dieselbe in weiterem Vorschreiten sehr zahlreiche Betheiligung finden werde, da sie einem zweifellosen und weit verbreiteten Bedürfnifs Erfüllung verspreche.

In der Versammlung vom 19. Mai, welche Herrn Prof. Dr. Lehmann-Filhés zum Vorsitzenden wählte, wurde seitens der Mitglieder des vorbereitenden Ausschusses näher dargethan, dafs auch die allgemeine Lage, insbesondere die in letzter Zeit erfolgte Begründung ähnlicher Arbeitsgemeinschaften von Freunden der Astronomie u. s. w. in Frankreich, England und Rufsland, und die Anschlufsbedürfnisse unserer vereinzelten Volksgenossen in den andern Erdtheilen, welche zum grofsen Theile unter aufserordentlich günstigen klimatischen Bedingungen für derartige Beobachtungen leben, die triftigsten Anlässe zu unserm gegenwärtigen Vorgehen enthalten.

Aus der Mitte der Versammlung, insbesondere auch von Herrn Dr. Büttner nach seinen Eindrücken in Südwest-Afrika, und von Herrn Dr. Schaper aus Lübeck, wurde dies lebhaft bekräftigt.

Die aus der Versammlung gestellten Fragen, wie sich die neue Vereinigung zu der internationalen astronomischen Gesellschaft und überhaupt zu der fachmäfsigen Forschung einerseits und andrerseits zu der bestehenden meteorologischen Gesellschaft und zu der Gesellschaft der Freunde der Photographie verhalten werde, wurden unter allgemeiner Zustimmung dahin beantwortet, dafs man nach allen diesen Seiten hin jeden Uebergriff vermeiden und die Grenzen sorgfältig einhalten müsse, innerhalb deren die neue Vereinigung ihren besonderen Arbeitsbedingungen und Zielen entsprechend allein mit Erfolg thätig

sein könne, dafs man aber mit den verwandten Arbeitsgebieten engste Fühlung und förderlichstes Zusammenwirken erstreben wolle. Es wurde hauptsächlich auch darauf hingewiesen, dafs die ganz besondere Abhängigkeit vom augenblicklichen Wetterzustande und von der jeweiligen Lage des Beobachtungsortes zu den Erscheinungen des Himmelraumes, für die Forschung im Gebiete der Astronomie und kosmischen Physik die Nothwendigkeit immer mehr bedinge, an möglichst zahlreichen Oertern in den verschiedensten Zonen und Meridianen Beobachter zu besitzen, deren kundige und gewissenhafte Aufzeichnungen in sehr vielen Fällen auch bei den geringsten Hülfsmitteln die Thätigkeit der Sternwarten ganz wesentlich ergänzen könnten. Schliefslich wurden die im Entwurfe vorgelegten Statuten einstimmig angenommen und zum Vorsitzenden der Vereinigung Herr Prof. Dr. Lehmann-Filhés, zu Mitgliedern des Vorstandes die Herren Prof. Dr. Foerster (Berlin), O. Jesse (Steglitz bei Berlin), Dr. M. Wilh. Meyer (Berlin), Gymnasiallehrer J. Plassmann (Warendorf, Westphalen), Gymnasiallehrer Prof. Dr. Reimann (Hirschberg, Schlesien), Dr. B. Weinstein (Berlin) gewählt.

Aus den Statuten theilen wir im Folgenden zunächst den wesentlichsten Inhalt der ersten drei Artikel mit.

Art. 1.

Zweck, Umfang und Mittelpunkt der Vereinigung.

Die Vereinigung von Freunden der Astronomie und der kosmischen Physik soll dazu dienen, hauptsächlich in Deutschland, Oesterreich-Ungarn, der Schweiz und anderen Nachbarländern, sowie in den Kolonien und überall, wo die Angehörigen der genannten Länder in der Fremde den Anschlufs wünschen, auf diesen Forschungsgebieten das Zusammenwirken thunlichst zu organisiren und dadurch für die Einzelnen immer befriedigender, für die Forschung immer nutzbarer zu machen.

Uebrigens sind auch Angehörige aller andern Nationen als Mitglieder willkommen.

Der Verwaltungs-Mittelpunkt der Vereinigung ist Berlin.

Art. 2.

Gemeinsame Arbeiten und Veröffentlichungen.

Zur Erreichung der Ziele der Vereinigung sollen zunächst und hauptsächlich freie Mittheilungen dienen, welche von Seiten der Mitglieder oder gewisser Gruppen von Arbeitsgemeinschaften derselben

an die leitenden Stellen der Vereinigung, und von diesen Stellen wiederum in Gestalt von Rathschlägen oder von Ergebnissen der Bearbeitung der eingesandten Beobachtungen an die Mitglieder gerichtet werden.

Die laufende Veröffentlichung dieser gegenseitigen Mittheilungen von Beobachtungen, Rathschlägen und Ergebnissen erfolgt zunächst durch solche Fachzeitschriften, welche hierfür der Vereinigung günstige Bedingungen gewähren. Aufserdem aber werden die Ergebnisse jenes wissenschaftlichen Verkehrs in zusammenfassender Bearbeitung und in Verbindung mit den Nachrichten über die Versammlungen und über sonstige Bethätigungen der Vereinigung von Zeit zu Zeit in besonderen fortlaufend numerirten Veröffentlichungen allen Mitgliedern auf Grund ihres Jahresbeitrages kostenfrei übersandt unter dem Titel „Mittheilungen der Vereinigung von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik".

Art. 3.

Versammlungen.

Die Versammlungen der Vereinigung (Generalversammlungen) erfolgen zweimal alljährlich, nämlich im Frühjahr und im Herbst auf Einladung des Vorstandes und zwar in den ersten beiden Jahren in Berlin, später an den von den Generalversammlungen zu bestimmenden Orten.

Die übrigen Artikel enthalten hauptsächlich die Bestimmungen über die Mitgliedschaft, über die Bildung gewisser Gruppen von Arbeitsgemeinschaften und über die Verwaltungsorganisation. Wir heben daraus nur folgendes hervor.

Die Mitgliedschaft wird bis zum Ende des laufenden Jahres durch Anmeldung beim Vorsitzenden (Prof. Dr. Lehmann-Filhés, Berlin, W. Wichmannstrasse 11a), welcher dieselbe dem Vorstande zur Beschlufsfassung vorlegt, und durch Zahlung des Jahresbeitrages von fünf Mark erworben.

Von Anfang 1892 ab wird aufserdem ein Eintrittsgeld von fünf Mark erhoben. Statt durch Jahresbeiträge und Eintrittsgeld kann man sich die Mitgliedsrechte dauernd durch einmalige Zahlung von 60 Mark sichern.

Es werden zunächst sechs Arbeitsgruppen, entsprechend den sechs Vorstandsmitgliedern, gebildet.

1. Gruppe für Sonnen-Beobachtungen,
2. „ für Mond-Beobachtungen und Beobachtungen der Planeten-Oberflächen,

3. Gruppe für Beobachtung der Intensität und Färbung des Sternlichtes und des Milchstrafsenzuges,
4. „ für Zodiakal-Licht- und Meteor-Beobachtungen,
5. „ für Polar-Licht-Beobachtungen, Erdmagnetismus, Erdströme und Luft-Elektrizität,
6. „ für Wolken- und Halo-, sowie für Gewitter-Beobachtungen.

Jede dieser Gruppen wird sich unter Vermittelung eines Vorstands-Mitgliedes aus denjenigen Mitgliedern der Vereinigung, welche auf dem betreffenden besonderen Gebiete zunächst mitzuarbeiten wünschen, im Korrespondenzwege organisiren, ihren Leiter wählen und unter Umständen auch nach ihrem eigenen Beschlufs Zweigversammlungen an geeigneten Orten abhalten, dabei aber durch den Vorstand die Verbindung mit andern Gruppen und der gesamten Vereinigung stetig aufrecht erhalten.

Natürlich werden über die Einzelheiten dieser Organisation erst Erfahrungen gesammelt werden müssen. Es haben sich jedoch bereits bei den Vorbesprechungen überaus erfreuliche Aussichten auf gegenseitige Förderung nach mehreren Richtungen eröffnet.

Bei der grofsen Zahl von Freunden, welche unser Forschungsgebiet auch in Mittel-Europa und besonders in Deutschland besitzt, ist mit Sicherheit auf eine reiche Betheiligung und auf fröhliches Gedeihen der Vereinigung zu hoffen. W. F.



Erscheinungen am Sternenhimmel vom 15. Juni bis 15. Juli.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Sonne und Mond.

Sonnenauf- und Untergang: 1. Juli 3h 43m Mg., 8h 24m Ab., 15. Juli 3h 56m Mg., 8h 14m Ab. — Abnahme der Tageslänge: 25m

Zeitgleichung und Sternzeit im mittleren Mittage:

	Zeitgleichung	Sternzeit		Zeitgleichung	Sternzeit
12. Juni	— 0m 28s	5h 21m 57s	28. Juni	+ 2m 56s	6h 25m 2s
16. „	+ 0 23	5 37 43	2. Juli	+ 3 43	6 40 48
20. „	+ 1 14	5 53 30	6. „	+ 4 26	6 56 35
24. „	+ 2 5	6 9 16	10. „	+ 5 4	7 12 21

Die Beträge der Zeitgleichung sind zu den Angaben wahrer Zeit zu fügen, um mittlere Zeit zu erhalten, oder von letzterer zu subtrahiren, um wahre Zeit zu bekommen. Die Werthe der Sternzeit an Tagen, für welche sie hier nicht angegeben sind, erhält man durch Addition von 3m 56,7s pro Tag.

Scheinbarer Durchmesser und Entfernung der Sonne und des Mondes von der Erde:

Sonne			Mond		
	Entfernung v. d. Erde	Durchm.		Entfernung	Durchm.
1. Juli	20,378 000 Meil.	31' 31"	1. Juli	50,700 Meil.	31' 49"
15. „	20,371 000 „	31 31	15. „	53,440 „	30 11

Auf- und Untergang des Mondes.

		Aufgang	Untergang
22. Juni	Vollmond	9h 20m Ab.	3h 18m Mg.
26. „	Erdnähe	11 42 „	8 20 „
29. „	Letztes Viertel	0 14 Mg.	0 38 Nm.
6. Juli	Neumond	3 27 „	9 11 Ab.
11. „	Erdferne	9 15 „	11 2 „
14. „	Erstes Viertel	0 44 Nm.	11 37 „

2. Die Planeten.

Merkur bis nach Mitte Juni einige Zeit vor Sonnenaufgang sichtbar. Am 2. Juli Sonnennähe.

	Auf- und Untergang[1]		Entfernung von der Erde
15. Juni	2h 45m Mg.	6h 15m Ab.	20,230 000 Meilen
1. Juli	3 0 „	8 0 „	25,870 000 „
15. „	4 30 „	9 0 „	26,270 000 „

Venus, am Morgenhimmel beobachtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Juni	2h 30m Mg.	6h 0m Ab.	29,990 000 Meilen
1. Juli	2 15 „	6 45 „	31,430 000 „
15. „	2 30 „	7 15 „	32,480 000 „

Mars nur bis Anfang Juli noch kurze Zeit sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Juni	4h 30m Mg.	9h 30m Ab.	51,710 000 Meilen
1. Juli	4 15 „	9 0 „	52,560 000 „
15. „	4 15 „	8 30 „	53,070 000 „

Jupiter wird nach 11h Abends beobachtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Juni	0h 15m Mg.	11h 15m Vm.	95,640 000 Meilen
1. Juli	11 0 Ab.	10 15 „	90,820 000 „
15. „	10 15 „	9 15 „	86,970 000 „

Saturn ist bis nach Mitternacht sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Juni	10h 30m Vm.	0h 15m Mg.	191,560 000 Meilen
1. Juli	9 30 „	11 15 Ab.	196,560 000 „
15. „	8 45 „	10 15 „	200,470 000 „

Uranus steht Anfang Juli 5 Grad östlich vom hellen Sterne Spica (Jungfrau) und culminirt um 7h Abends.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Juni	3h 0m Nm.	1h 15m Mg.	358,900 000 Meilen
1. Juli	2 0 „	0 15 „	363,700 000 „
15. „	1 0 „	11 15 Ab.	368,400 000 „

Neptun ist Morgens aufzusuchen; er steht wenig nördlich vom Sterne Aldebaran im Stier. Am 18. Juni ist Merkur, am 22. Juni Venus in seiner Nähe,

[1]) Die Zeiten der Auf- und Untergänge werden hier, für den praktischen Gebrauch hinreichend, nur auf Viertelstunden angegeben.

am letzteren Tage bildet er mit Aldebaran und Venus die Spitze eines nahe gleichschenkligen Dreieckes und kann darnach leicht aufgefunden werden.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Juni	3^h 0^m Mg.	6^h 45^m Ab.	617,400 000 Meilen
1. Juli	2 0 „	6 0 „	615,200 000 „
15. „	1 0 „	5 0 „	612,300 000 „

Orte der Planeten:

	Venus		Mars		Jupiter		Saturn	
	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.
12. Juni	3^h 32^m	+ 17°39'	6^h 25^m	+ 24°17'	23^h 14^m	− 6°10'	10^h 53^m	+ 9°15'
17. „	3 57	+ 19 9	6 40	+ 24 8	23 15	− 6 3	10 54	+ 9 8
22. „	4 22	+ 20 26	6 54	+ 23 53	23 16	− 5 58	10 56	+ 9 0
27. „	4 47	+ 21 29	7 8	+ 23 34	23 17	− 5 55	10 57	+ 8 52
2. Juli	5 13	+ 22 19	7 22	+ 23 10	23 18	− 5 53	10 58	+ 8 42
7. „	5 39	+ 22 52	7 36	+ 22 41	23 18	− 5 53	11 0	+ 8 32
12. „	6 6	+ 23 10	7 50	+ 22 9	23 18	− 5 55	11 1	+ 8 22

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

22. Juni	I. Trabant.	Verfinsterungseintritt	0^h 22^m Mg.
28. „	II. „	„	0 23 „
29. „	I. „	„	2 17 „
5. Juli	II. „	„	2 58 „
15. „	I. „	„	0 34 „

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(für Berlin sichtbar.)

		Gröfse	Eintritt	Austritt
1. Juli	* ξ Arietis	5.3^m	0^h 56^m Mg.	1^h 47^m Mg.
3. „	* ω^2 Tauri	5.5	3 29 „	4 20 „

(Eintritt 15^m vor Sonnenaufgang).

5. Orientirung am Sternenhimmel.

Im Monat Juni-Juli kommen um 9^h Abends in Culmination die Sternbilder des Drachen, der Krone; fast im Meridian steht das Sternbild des Herkules; im Aufgange sind Wassermann und Pegasus, dem Untergange nahe ist der „grofse Löwe“. Der helle Regulus verschwindet gegen 10^h Abends unter dem Horizonte, Arctur erst um 3^h Morgens, α im Wassermann geht um 9^h Abends auf. — Folgende Tabelle enthält für die Zeit zwischen 9^h Abends bis 3^h Morgens die Culminationszeiten der hellsten Sterne:

Culminirende Sterne	Helligkeit	Culmination am 23. Juni	am 1. Juli	am 8. Juli	am 15. Juli
α Scorpii (Antares) . .	2.3^m	10^h 15^m Ab.	9^h 44^m Ab.	9^h 17^m Ab.	8^h 50^m Ab.
α Ophiuchi	2.0	11 23 „	10 51 „	10 23 „	9 57 „
α Lyrae (Wega) . . .	1	0 26 Mg.	11 54 „	11 27 „	10 59 „
α Aquilae (Atair) . . .	1.3	1 38 „	1 7 Mg.	0 39 Mg.	0 11 Mg.
γ Cygni	2.4	2 11 „	1 39 „	1 12 „	0 44 „
α Cygni (Deneb.) . . .	1.6	2 30 „	1 59 „	1 31 „	1 4 „
ε Pegasi	2.3	3 31 „	3 0 „	2 32 „	2 5 „

6. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1891 Rectas.				Declin.	
S Ceti	8. Juli	7.5m	10m	0h	18m	31s	—	9°	55'9
V Cancri	15. Juni	7	12	8	15	30	+	17	38.0
R Scorpii	3. Juli	9.5	12	16	11	9	—	22	40.8
R Ophiuchi	22. Juni	8	12	17	1	31	—	15	56.9
X Capricorni	24. „	9	11	21	2	29	—	21	47.2
T Cephei	24. „	5.6	9.5	21	8	3	+	68	3.0

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

U Cephei . . 20. Juni, 25., 30., 5. Juli, 10., 15. Mg.
U Coronae . . 20. Juni Ab., 27. Ab., 4. Juli Ab., 11. Nm.
δ Librae . . 16. Juni Mg., 21. Mg., 25. Nm., 30. Mg., 4. Juli Ab., 9. Nm., 14. Mg.
Algol . . . 2. Juli Nm., 8. Mg., 14. Mg.

c) Minima Veränderlicher kurzer Periode.

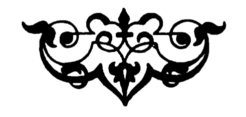
T Monocerotis 20. Juni.

7. Meteore.

Periodische Meteorschwärme sind für Juni—Juli nicht erwähnenswerth.

8. Nachrichten über Kometen.

Der Wolfsche periodische Komet vom September 1884, dessen Rückkehr im heurigen Sommer, wie in unserem letzten Hefte bemerkt, erwartet wird, ist am 4. Mai von Barnard auf der Lick-Sternwarte wieder aufgefunden worden. Der Ort des Kometen am Himmel stimmte recht gut mit der vorausberechneten Stelle überein.





F. Tisserand: Traité de Mécanique céleste. T. II. Paris, Gauthier-Villars, 1891. Preis 28 Frcs.

Abel Souchon: Traité d'Astronomie théorique. Paris, G. Carré, 1891.

Zwei Werke, deren streng wissenschaftlicher Inhalt wenig für den Laien, vielmehr nur für den Astronomen von Fach Interesse hat und über welche wir uns darum in unserer Zeitschrift kurz fassen können.

Das Tisserandsche Werk, dessen Erscheinen in Fachkreisen mit vielem Beifalle begrüfst worden ist, stellt sich die Aufgabe, die wesentlichsten Fortschritte, welche die Himmelsmechanik seit der Verfassung der berühmten „Mécanique céleste" von Laplace gemacht hat, in präziser Form zum Vortrage zu bringen. Der vorliegende zweite Band erstreckt sich vornehmlich auf die Darstellung der Arbeiten, welche seither über die Theorie der Anziehung der Himmelskörper, ihre Figur und Rotationsbewegung geleistet worden sind. Das Buch beginnt demgemäfs mit der allgemeinen Theorie der Attraktion und deren Anwendung auf Ellipsoide, behandelt die Gleichgewichtsfigur flüssiger Massen, speziell die Anziehung des Wassers der Erde durch den Mond. Eingehend werden die von Maxwell, Poincaré, Kowalewsky herrührenden Ergebnisse der mathematischen Untersuchungen über die Figur des Saturn und die Beschaffenheit seines Ringes dargestellt; daran reihen sich die Bestimmungen der Figur, Gröfse und Dichte der Erde und die Vorführung der Hypothesen über die Konstitution des Erdinnern von Laplace und der neueren Ansichten von Roche, Lipschitz und Lévy. Dann geht der Verfasser auf die Rotation der Himmelskörper über, erörtert den Einflufs geologischer Vorgänge auf die Rotation der Erde und berührt schliefslich noch die derzeit noch offenen Fragen über Polhöhenänderung, tägliche Nutation u. dgl.

Das Souchonsche Werk behandelt eine besondere Abtheilung der Himmelsmechanik ausführlich und verfolgt die Absicht, namentlich Studirende in die Theorie der Störungen der grofsen Planeten einzuführen, denselben die Construction der Tafeln dieser Planeten, aus welchen wir deren heliocentrische und geocentrische Oerter berechnen, zu erläutern und deren Gebrauch vorzuführen. Dem Zwecke entsprechend zerfällt das Buch in 2 Haupttheile: der erste ist als Einführung in die allgemeine Theorie der Störungen zu betrachten, giebt die Methoden, mittelst deren man bis zu gewissen Graden der Genauigkeit in der Ermittelung der gestörten Bewegung der Himmelskörper Annäherungen erlangen kann, zeigt, wie die säkularen, periodischen Störungen und die bisweilen in dem Calcul auftretenden Glieder langer Periode zu ermitteln sind und schliefst mit einem Abrisse der Theorie der Mondbewegung. Der zweite wendet die mathematischen Entwickelungen auf die grofsen Planeten an und erläutert (ausschliefslich unter Zugrundelegung der Leverrierschen Arbeiten und Zahlen), wie die erlangten Ausdrücke praktisch zum Entwurfe von Tafeln der Bewegung der einzelnen Planeten verwendet werden sollen. G.

Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Meteorologische Volksbücher.

Ein Beitrag zur Geschichte der Meteorologie und zur Kulturgeschichte.

Von Professor Dr. G. **Hellmann**,

Mitglied des Kgl. Meteorologischen Instituts zu Berlin.

(Fortsetzung.)

Das Wetterbüchlein.

Das Wetterbüchlein ist eine kleine Schrift von 7 bis 10 Blättern, welche lehrt, das Wetter im Voraus zu erkennen.

Ich darf bei meinen Lesern als bekannt voraussetzen, dafs es schon im klassischen Alterthum Schriften gab, welche die Lehre von den Wetterzeichen in gröfserer oder geringerer Ausführlichkeit behandeln; ich erinnere nur an die Werke von Theophrastos, Aratos und Ptolemaios bei den Griechen, Vergilius, Nigidius Figulus und Avienus bei den Römern. Die Zahl der von diesen und anderen Autoren uns überlieferten Vorzeichen der Witterung, welche zumeist den Erscheinungen am Himmel, in der Atmosphäre, im Thier- und im Pflanzenleben entlehnt sind, erhielt namentlich bei den Arabern einen ansehnlichen Zuwachs, der durch Vermittlung der arabischen und jüdischen Gelehrten Spaniens während des Mittelalters auch dem Abendlande bekannt wurde. Die zahlreichen arabischen Werke über Astrologie enthalten fast immer ein besonderes Kapitel über Wetterzeichen, welche allerdings ausschliefslich den Sternerscheinungen angehören. Wahrscheinlich schon im 14. Jahrhundert hat ein uns unbekannter Gelehrter alle diese Witterungsanzeigen gesammelt und zu einer Art von Handbuch der Wettervorhersage vereinigt. Dasselbe erschien zuerst 1485 im Druck und hat für Meteorologen darum ein ganz besonderes Interesse, weil es meines Wissens das erste gedruckte Werk rein meteorologischen Inhaltes ist. Es führt den Titel:

„Opusculū repertorii pronosticon in mutationes aeris tam via astrologica q̄z metheorologica uti sapiētes experientia comperientes voluerunt pq̄z utilissime ordinatū incipit sidere felici è primo prohemiūs“ 7)

und darf als Vorläufer einer ganzen Reihe ähnlicher Schriften aus dem 16. Jahrhundert betrachtet werden. Es würde zu weit führen, alle diese hier aufzuführen; es mag genügen an die entsprechenden Werke des Gratarolus, Niphus, Camerarius, Tartaglia, Mizauld u. A. zu erinnern, welche aber zumeist in lateinischer Sprache geschrieben, also für Gelehrte bestimmt waren. Das deutsche Wetterbüchlein dagegen ist ein echtes Volksbuch, welches in heilsamer Kürze und in durchaus verständlicher Sprache die wichtigsten Regeln für die Erkenntnifs des Wetters mittheilt.

Die älteste Ausgabe dieses Büchleins, die mir bei meinen einschlägigen Untersuchungen bekannt geworden ist, stammt aus dem Jahre 1508 und scheint selbst den Bibliographen von Fach bisher entgangen zu sein. Bei der aufserordentlichen Seltenheit dieser Art von Litteratur, welche, wie bereits eingangs erwähnt wurde, vom Leserkreise zumeist verbraucht und vernichtet worden ist, darf dies nicht allzusehr Wunder nehmen; giebt es doch Druckwerke, welche nachweislich existirt haben, nunmehr aber ganz verschwunden sind.

Unter diesem Text, in welchem man den Druckfehler etkantnufs statt erkantnufs bemerkt haben wird, folgt in verkleinertem Maafsstabe derselbe Holzschnitt, welchen ich oben bei der Ausgabe des „Elucidarius“ vom Jahre 1482 kurz beschrieben habe.

Der Titel dieser ersten Ausgabe, welche zu Augsburg von Hans Froschauer gedruckt wurde, lautet (unter Beibehaltung der Zeilen) folgendermafsen:

Wetterbüchlin
Vō warer etkantnuß des
wetters. Also das ain yeder er sey gelert oder ungelert
durch alle natürliche anzaygung die endrung des wetters
aygentlich vnd augscheinlich wissen vnnd erkennen mag.
gezogen vnnd gegründt auß den regeln der hochberümbten
Astrologen. vnnd darzu durch die täglichen erfarung
(die ain maisterin ist aller Kunst) bewärt.

7) 45 paginirte Quartblätter; auf der Rückseite des 45. Blattes steht: „Repertoriū de mutatione aeris finit“, und darunter in zwei Zeilen: „Hyppocratis libellus de medicorū astrologia incipit: a Petro de abbano in latinū tra-

Dieses Wetterbüchlein fand so aufserordenlichen Beifall, dafs es in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts 12 Mal nachgedruckt wurde; allein im Jahre 1510 erschien es in fünf verschiedenen Ausgaben. Alle diese und spätere Auflagen bleiben hinsichtlich des Inhalts fast

Von warer erkantnüs des
wetters Alſo das ain yeder/er ſey geleert oder
vngeleert/durch alle natürliche anzaygung die
änderung des wetters aygentlich vnd augſchein
lich wiſſen vnd erkennen mag/getzogen vnd ge=
gründt auß den Regeln der hochberůmbtſten
Aſtrologen/vnd dartzů durch die täglichen erfa=
rung (die ain mayſterin iſt aller kunſt) bewärt.



ganz unverändert, nur die Orthographie und die typographische Ausstattung wechseln jedesmal.

In der aus dreifsig Reimzeilen bestehenden Einleitung bekennt sich ein gewisser Leonhard Reinmann (Reynmann, Rynman)

ductus." Diese Schrift des Hippocrates nimmt die Blätter 46 bis 49 ein. Am Schlufs folgt die Angabe des Druckers, Druckortes u. s. w., nämlich Erhard Ratdolt (aus Augsburg) zu Venedig im Jahre 1485.

als Verfasser des Werkes, das er auf direktes Verlangen seines Herren, Graf Wolfgang zu Oeting, zusammengestellt habe. Offenbar ist das alte Geschlecht derer von Oettingen, welche in der gleichnamigen Stadt bei Nördlingen ihr Stammschlofs besitzen, gemeint. Graf Wolfgang, der intellektuelle Urheber des Buches, starb nach einer Angabe in Zedlers Universal-Lexikon im Jahre 1522, was mit der Zeit des Erscheinens vom Wetterbüchlein sehr gut pafst. Ueber den eigentlichen Verfasser Leonhard Reinmann habe ich aber nichts Näheres in Erfahrung bringen können; im Jahre 1515 hat er noch einen Nativitäts-Kalender und in den Jahren 1524 und 1526 Prognostica (siehe weiter unten) veröffentlicht. Da er sich des Grafen Unterthan nennt, vermuthe ich in ihm einen Geistlichen oder Arzt oder Schulmann auf den Oettingenschen Gütern[8]).

Die sehr originelle Einleitung lasse ich wörtlich hier folgen, weil sie deutlich zeigt, dafs damals schon der Aberglaube vom Einflufs des Mondes auf das Wetter beim deutschen Bauer feste Wurzel gefafst hatte; denn sonst würde Reinmann nicht so eifrig gegen denselben zu Felde ziehen. Ich benutze bei dieser und den folgenden Anführungen eine in meinem Besitz befindliche Ausgabe des Wetterbüchleins von J. Otmar in Augsburg ums Jahr 1510, deren Titel auf S. 439 in Facsimile-Druck wiedergegeben ist.

„Auff vil gesinnen vnd begeren
des wolgebornen edlen herren
Herrn Wolffgang / Grauen zu öting
groß liebhabers künstlicher ding
Hab ich Leonhardus Rynman
seiner genaden vnnderthan
Mit allem vleiß zusamenbracht
das die Sternmaister hond gemacht
Wie wan an gar vil dingen mag
sehen vnd erkennen alle tag
Das Wetter / liecht / schön oder naß
warlich / gwisser vnd vil baß
Dann paurn nach des mons liesßen
vnd solts joch all paurn verdriessen

8) Der Name Reinmann kommt zu jener Zeit und in jener Gegend öfters vor; so nennt Doppelmayr (Historische Nachricht von den Nürnbergischen Mathematicis und Künstlern) zwei berühmte Kompafsmacher, Hieronymus und Paul Reinmann, aus Nürnberg, von denen der erstere 1577 starb.

So ist jr sagen meertails glogen
vnd der sich dran leßt würt betrogen
Wañ es hat gar kaiñ grund nicht
aber dises ist kain gedicht
Sonder zu vil zeitten vnd stunden
gerecht / gwiß vnd war erfunden
Für annder paurn regel all
ich wünsche das es wol gefall
Seiñ gnaden / vnd andern die gern
kunst lesen / sehen vnd hörn
Ettwan für langweil zusehen
ob die ding also geschehen
Die hier iñ seind geschriben.
sy wärn noch lang dahinden bliben
Hett sy Graff Wolffgang nit erweckt
vnd ich die müe dar gestreckt."

Um den Inhalt des Büchleins kennen zu lernen, thun wir am besten, zunächst das am Schlusse folgende Register durchzusehen; denn ein solches besitzen die meisten Ausgaben, obwohl der Umfang des eigentlichen Textes nur 10 bis 12 kleine Quartseiten umfafst.

Register vnd Titel diß
büchlins / was hierinn in gemain
gesagt würt.

Der Inhalt vorstehender 14 Kapitel ist naturgemäfs von sehr ungleicher Güte. Einzelne Aussprüche sind so selbstverständlich, dafs sie keinen eigentlichen prognostischen Werth besitzen, wie z. B. das vorletzte Kapitel, welches aus dem einen Satz besteht: „Wenn das mör gestüm ist an dem gestad / bedeüt wind / im winter regen / vnd ain grofs vngewitter.“ Andere Abschnitte enthalten manchen astrologischen Aberglauben aus den Schriften des Ptolemaios, Albertus Magnus, Alkindus, Haly u. a., welche als Gewährsmänner ausdrücklich genannt werden; im ganzen bekundet aber der Inhalt des Wetterbüchleins einen sehr erheblichen Fortschritt in der Beurtheilung der Wetterzeichen gegenüber den oben erwähnten astrologischen Schriften, namentlich der Araber. Wir finden eine ganze Reihe wichtiger Beobachtungen und Erfahrungen, die aus einer grofsen Zahl von Einzelwahrnehmungen abstrahirt wurden, als Wetterregeln zusammengestellt und, wie der Titel verspricht, durch „die täglichen erfarung (die ain maisterin ist aller Kunst) bewärt.“ Ausgezeichnet gelungen in dieser Beziehung scheinen mir insbesondere die Abschnitte zu sein, welche aus optischen Erscheinungen (Mond- und Sonnenhöfe u. s. w.), sowie aus dem Aussehen des Himmels und der Wolken das Wetter im Voraus zu erkennenlehren. Von ganz besonderem kulturhistorischem Interesse ist aber das letzte, „Paurn Regeln“ überschriebene Kapitel, weil es meines Wissens zum ersten Male einige in deutscher Sprache abgefafste Reimsprüche der Art enthält. Dieser Umstand wird es rechtfertigen, wenn ich dieselben, mit Ausnahme der ersten, welche keinen Bezug aufs Wetter haben, hier wörtlich zum Abdruck bringe:

¶ Weñ sich die kält im winter lindet
  Als bald man schneeß empfindet
Es seyen dañ dunckel wolcken dabey
  So sag das es ain regen sey
¶ Wenn morgens frü schreyen die frösch
  Bedeüt ain regen darnach gar rösch
¶ So gänß / ennten vnd taucherlein
  Vast baden vnd bey ainanden sein
Vil wasseruögel zu der frist
  Naß wetter gwiß vor augen ist
¶ Das ist gewiß on als betriegen
  Weñ schwalben auff dem wasser fliegen
Vnd mit den flügeln schlagen drein
  Das regenwetter nit weit thut sein

❨ Ain morgenröt die leügt nit
  Ain bauchete magt treügt nit
Die röt bedeüt aiñ regen oder wind
  So ist die magt faißt oder tregt ain kind
❨ Wenn in der sonnen nidergeen
  Rot wolcken an dem hymel steen
Der tag darnach würt gwonlich schön
❨ Wenn den hunden die beüch kurren
  Vil graß essen / greinen vnd murren
So bleibt selten vnderwegen
  Es volgt darauff bald ain regen
❨ So die hund das graß speyen
  Vnd die weiber über die flöch schreyen
Oder sy die zeehen jucken
  Thut naß wetter zuher rucken
❨ Mich hatt ains mals ain paur gelert
  Vnd ich habs auch zum tail bewärt
So die höltzer vnd die hecken
  Schwarz scheinen / regen erwecken
❨ Weñ der peürin das muß anbrint
  Vnd nachts vnruwig seind die kind
Bedeütet regen oder wind
❨ Wenn der rauch nit auß dem hauß will
  So ist vor augen regens zil
❨ Wen die bachenstuck thun rinnen
  Vnd die magd entschlaffen am spinnen
Vnd das saltz lind vnd weich würt
  An dem man gwiß aiñ regen spürt
❨ So die Sonn haiß thut stechen
  Die kü bisen vnd brommen
Alsbald thun die pauren sprechen
  Es würt gewiß ein regen kommen
❨ Wenn die roß seer beissen die mucken
  Bedeüt aiñ regen von freyen stucken.

Diese Bauernregeln, deren derbe und urwüchsige Sprache genugsam zeigt, dafs sie nicht von einem höfischen Sänger herrühren, sondern aus dem Volke stammen, bieten inhaltlich wenig Neues; aber die Form des gereimten Spruches ist neu und originell. Ich glaube nicht, dafs Leonhard Reinmann irgend welchen Antheil an diesen Regeln

hat, aufser dafs er sie zusammengestellt, aber ich vermag auch nicht anzugeben, in welchen deutschen Schriften sich schon früher alle oder einzelne derselben vorfinden. Ich möchte glauben, dafs die Entstehung dieser Reimsprüche der frühesten Periode der Meistersinger, also dem Anfang des 14. Jahrhunderts, angehört. Die Wetterzeichen selbst waren theils durch fortgesetzte eigene Erfahrung, theils durch Ueberlieferung aus dem Alterthum — mehrere derselben finden sich schon in der Bibel — Gemeingut des Volkes geworden. Im frühen Mittelalter wurden manche von den Mönchen in Verse gebracht (Mönchssprüche), und als nun nach der Blüthe der Minnesinger die bürgerliche Dichtkunst der Meistersinger sich auszubilden begann, wurden bisweilen auch so praktische Fragen, wie die Vorhersage des Wetters, Gegenstand der Versbildung.

Der gemeinsame Ursprung der Wetterzeichen macht es durchaus begreiflich, dafs sich die Mehrzahl derselben, wenn auch in verschiedenem Gewande, bei fast allen Nationen wiederfindet.

Bauern-Practica oder Wetter-Büchlein.

In Titel und Inhalt sehr ähnlich dem „Wetterbüchlein" ist ein anderes meteorologisches Volksbuch aus dem Anfang des 16. Jahrhunderts: Bauern-Practica oder Wetterbüchlein, als dessen Verfasser häufig ein gewisser Heyne von Ure bezeichnet wird. Die Bibliographen[9]) nahmen bisher an, dafs die erste Ausgabe desselben aus dem Jahre 1517 stammt („Der Buren practica gemacht / vff das Funftzehenhundert. vnd. XVIII. Jar." 4 Blatt 4⁰). Ich habe indessen durch Textvergleichungen gefunden, dafs wir darin wahrscheinlich nur die erste schweizerische Ausgabe der Bauern-Practik vor uns haben und dafs dieselbe aus einem anderen Büchlein hervorgegangen ist, welches den Titel führt:

Jn disem biechlein wirt ge-
funden der pauren
Practick vnnd
regel darauff sy das gantz
jar ain auffmercken
haben vnnd
halten.

[9]) Weller im „Serapeum, Zeitschrift für Bibliothekswissenschaft", Jahrg. 1858 S. 198 und im „Repertorium typographicum", S. 126, welcher Angabe auch ich in meinem „Repertorium der deutschen Meteorologie" Sp. 202 gefolgt war.

Eine Ausgabe dieser Schrift vom Jahre 1514 besitzt die Königliche Bibliothek in Berlin, aber es existiren noch frühere aus den Jahren 1508 und 1512. Da der Inhalt dieses kleinen Quart-Büchleins von nur 6 Blättern, mit Ausnahme einiger Zeilen am Schlufs, welche die 12 „guten Freitage" des Jahres angeben, rein meteorologisch ist, hat es den Anschein, als ob wir es mit einer Art von Konkurrenzschrift zum gleichzeitig erschienenen „Wetterbüchlein" zu thun hätten. Beide Publikationen können sich aber gegenseitig nicht viel geschadet haben; denn auch die Bauern-Practica hat fast ebenso viele Ausgaben erlebt, wie das oben besprochene Wetterbüchlein.

In den allerersten Ausgaben (1508, 1512, 1514) wird gar kein Verfasser genannt, und in der Baseler Ausgabe vom Jahre 1517 heifst es, dafs einem alten frommen Manne, genannt Heyne von Ure, der eine Kapelle und ein Bruderhaus auf dem St. Gotthardt gebaut, diese Practica vom Engel Raphael geoffenbart worden sei. Die Autorschaft dieses sonst ganz unbekannten Mannes scheint also ein specifisch schweizerischer Zusatz zu sein; aber es ist Thatsache, dafs auf den meisten späteren Ausgaben der Bauern-Practica dieser Name in verschiedenen Formen wiederkehrt.

Noch mag erwähnt werden, dafs das Buch anfangs in Quart-, später in Oktav-Format (das „Wetterbüchlein" stets nur in ersterem) erschien und dafs sein Inhalt allmählich stark vermehrt wurde, während der des „Wetterbüchleins" unverändert blieb. Aber beide Schriften haben das gemeinschaftlich, dafs sie ausschliefslich in Ländern deutscher Zunge Verbreitung fanden; fremdsprachliche Uebersetzungen sind von ihnen nicht gemacht worden.

Die Wettervorhersagungen der Bauern-Practica beruhen nicht auf „natürlichen Zeichen", wie beim Wetterbüchlein, sondern auf einem uralten Aberglauben, der, wenn auch in etwas verschiedener Form, bei vielen weit auseinander lebenden Völkern wiederkehrt.

Aus der frühesten Heidenzeit stammt nämlich der Glaube, dafs die zwölf Tage bezw. Nächte von Weihnachten bis zum Dreikönigstag für die Witterung des folgenden Jahres entscheidend seien, und zwar soll der Witterung eines jeden dieser Schicksalstage der Reihenfolge nach die Witterung der zwölf Monate des neuen Jahres entsprechen. In einigen Gegenden werden auch die 12 Tage vor Weihnachten oder nach Neujahr als entscheidend angesehen. Fast überall aber legt man den atmosphärischen Vorgängen während der Christnacht eine ganz besondere prognostische Bedeutung bei. Diese Beziehung aufs Weihnachtsfest ist natürlich nur eine der christlichen Kirche entnom-

mene äufserliche und ganz zufällige Beigabe, da dasselbe in die Zeit der Wintersonnenwende fällt, welcher das erste grofse Opferfest des Wodandienstes, das Julfest, angehörte.

Nach einer kurzen, meist gereimten Einleitung beginnt die Bauern-Practica mit folgendem Abschnitt:[10])

„Wie die Witterung des ganzen Jahrs in Weihnachten zu erkennen sei."

„Zum ersten an der Christnacht."

„Ist der Abend und auch die Christnacht klar,
Ohn' Wind und Regen, so nimm eben wahr,
Denn das Jahr bringt Weins und Frücht gnug,
Welches nicht gerechnet wird vor ein Lug,
Wirds aber regnen und windig sein,
So bedeuts wenig Kern und nicht viel Wein.
Geht der Wind vom Aufgang der Sonne,
So stirbt das Vieh und Thier ohn' Wonne.
Geht der Wind von der Sonnen Niedergang,
So werden Könige und große Herren krank,
Und es wird sie fast wegnehmen der Tod,
Welcher wegnimmt, Arm und Reich, früh und spat,
Geht der Wind von Mitternacht, so freu dich,
Denn es folgt ein fruchtbar Jahr mildiglich
Kommt der Wind in dieser Zeit von Mittag,
So zeigts uns tägliche Krankheit und Klag."

Hierauf folgen Prognosen des allgemeinen Witterungscharakters des ganzen Jahres, je nachdem der Christtag auf einen Sonntag, Montag . . . . . . Sonnabend fällt. Nun kommt die eigentliche Bauern-Practica: „Der Bauern-Practica steht also. Sie heben am Christtag an und merken auf die zwölf Tag bis an den obersten. Und wie es wittert an jeglichem der zwölf Tage, so soll es auch wittern an seinem Monat, der ihm zugehört . . . .", was weiterhin auch in Versen ausgedrückt wird. Nachdem noch andere ähnliche Regeln mitgetheilt worden sind, folgt eine grofse Anzahl von gereimten Bauernregeln, welche an einzelne Tage der Monate anknüpfen, also mit dem heidnischen Aberglauben der Tagwählerei einen gewissen Zusammenhang haben, wenn andererseits auch nicht geleugnet werden kann, dafs hin und wieder eine auf Beobachtungen beruhende langjährige Erfahrung in denselben zum Ausdruck kommt. So heifst es z. B. vom März:

[10]) Die folgenden Anführungen sind einer neueren Ausgabe (ohne Jahreszahl) entnommen.

„Wieviel Nebel seyn im März
Soviel Güsse sind im Jahr ohn' allen Scherz,
Wieviel Thau im Märzen vom Himmel steigen
Soviel sich Reiffen nach Ostern zeigen,
Und soviel Nebel im August kommen,
Das merck zu deinem großen Frommen."
u. s. w.

An den Mai knüpfen sich folgende Regeln:

„Scheint die Sonn am St. Urbanstag
So wird der Wein gut als ich dir sag
Regnet es, so wirds zu Schaden gewandt
Welches durch geübte Erfahrung wird erkannt.
Item Pfingstregen thun selten gut,
Diese Lehre faß in deinem Muth,
Am Ende des Mai blühen die Eichen,
Geräth die Blüth wohl, so merk das Zeichen,
Denn uns darnach gar ein Schmalz-Jahr kümmt,
Solches hat sich manch' alter Mann berühmt."

Beim November wird eine Regel angegeben, nach der man erkennen kann, ob der Winter kalt oder warm sein wird.

Hinter dem Christmonat folgen Wetterregeln, welche sich an den St. Jakobstag knüpfen, solche, welche den Mond betreffen und einige allgemeiner Natur; darauf wieder die zwölf Schicksalstage mit ihrem Sonnenschein, der weniger das Wetter als die äufseren Lebensverhältnifse im nächsten Jahre beeinflufst, schliefslich ein Kapitel „Von den Winden der zwölf Nächte", denen eine gleiche Bedeutung zukommt. Ich möchte hier daran erinnern, dafs noch heute in China der Wind, welcher bei Anfang des Jahres bezw. in der Sylvesternacht (nach unserem Sprachgebrauch) weht, als entscheidend für die Witterung des ganzen Jahres angesehen wird.

Das ist der wesentliche Inhalt der Bauern-Practica in ihrer ursprünglichen Form. In späteren Ausgaben hat man allerlei hinzugefügt, was dem Bauern zu wissen lieb war und was die Marktfähigkeit des Buches erhöhte, namentlich medizinischen und astrologischen Aberglauben, so dafs sein Umfang allmählich bis zu 96 Seiten anschwoll.

Practica und Prognostica.

Keine Abtheilung der meteorologischen Litteratur ist so reichhaltig wie die der Practica und Prognostica. Es sind dies Schriften,

welche, abgesehen von der Voranzeige einiger astronomischer Erscheinungen, hauptsächlich den Zweck haben, das Wetter auf ein oder mehrere bestimmte Jahre vorherzusagen. Daneben enthalten sie auch häufig Prophezeiungen ganz allgemeiner Natur über Krieg, Theuerung, Pestilenz u. dergl. Wenn man bedenkt, dafs allein in Deutschland während des 16. Jahrhunderts nahezu 500 verschiedene Practica erschienen, so wird man den ungeheueren Umfang dieser Art von Litteratur schon einigermafsen begreifen. Ich habe in meinem „Repertorium der deutschen Meteorologie, Leipzig, W. Engelmann, 1883“ zum ersten Male versucht, eine Bibliographie dieser Schriften für Deutschland zu geben, aber bei der grofsen Seltenheit der älteren Practica ist es aufserordentlich schwer, eine absolute Vollständigkeit zu erreichen. Aus diesem ersten Versuch geht jedoch mit Sicherheit schon soviel hervor, dafs Deutschland der zweifelhafte Ruhm zukommt, die gröfste Zahl von Praktiken produzirt zu haben. Während in Italien, welchem in dieser Beziehung zeitlich der Vorrang gebührt, bereits zu Ausgang des 15. Jahrhunderts diese Litteratur ihren Höhepunkt erreicht, fällt die Blüthezeit der deutschen Prognostiken ins Jahrzehnt von 1586 bis 1595, also vor etwa drei Jahrhunderten. In diesem Decennium kamen nicht weniger als 140 verschiedene selbstständige Praktiken, im Jahre 1590 allein deren 19 heraus!

Die ersten Praktiken erschienen in lateinischer Sprache, waren also nicht für die grofse Masse des Volkes bestimmt; aber schon vor Ende des 15. Jahrhunderts fehlte es nicht an solchen in deutscher Sprache, deren Titel darum gewöhnlich mit den Worten beginnt: „Practica teutsch“. Doch wechselt auch dieser Titel aufs mannigfaltigste; so liest man z. B. „Prognosis astronomica, Das ist: Von Natür- und vermuhtlicher Eigenschafft der Witterung . . . .“, oder „Diarium astrologicum & meteorologicum Oder Grofse Practica auf das . . . Jahr . .“, oder „Bedeutnis vnd Offenbarung warer hymlischer Influxion“ u. s. w.

Es würde zu weit führen, diese und andere Aeufserlichkeiten der Praktiken-Litteratur hier weiter darzulegen; sehen wir uns dafür lieber den Inhalt einmal etwas genauer an. Ich wähle dazu ein in meinem Besitz befindliches Prognosticon des fränkischen Pfarrers Georg Caesius, welcher von 1561—1601, d. h. von seinem 19. Jahre bis kurz vor seinem Tode Jahr für Jahr derartige Schriften veröffentlicht hat.

Das Format ist, wie fast bei allen Praktiken, Klein-Quart; der Umfang beträgt 12 Blätter.

Der Titel ist auf der folgenden Seite in Facsimile wiedergegeben.

Prognosticon Astrologicum,

Oder

Teutsche Practica / Von

den vier Zeiten / Finsternussen vnd andern zufellen / dises nach Christi vnsers Herrn vnnd Seligmachers Geburt M. D. LXXX. Jars / Nach Erschaffung der Welt / 5542. Auß warem grund der Astronomey mit sonderm fleiß vnd auff das kürtzst beschriben vnd gestellet / zu Glückseliger Regirung /

Dem Durchleuchtigen / Hochgebornen Fürsten vnd Herrn / Herrn Georgen Friderichen / Marggraffen zu Brandenburg / in Preussen / zu Stetin / Pomern / der Cassuben vnd Wenden / Auch in Schlesien zu Jegerndorff / vnd rc. Hertzogen / Burggraffen zu Nürnberg / vnd Fürsten zu Rügen / rc. Meinem Gnedigen Fürsten vnd Herrn.

Durch M. Georgium Cæsium zu Leutershausen.



Mars. Finsternuß des Mons im Löwen.

In der dem Markgrafen Georg Friedrich von Brandenburg gewidmeten Vorrede bezieht sich Caesius zunächst auf die Bücher Salomonis (7. u. 8. Kapitel) und singt das Lob der Astrologie, welche nach Salomo „Signa et Prodigia praenoscit, eventusque tempestatum et temporum", dann macht er auf die Finsternifs des Mondes im Zeichen des Löwen aufmerksam und empfiehlt schliefslich seine „mühselige Arbeit" der Anerkennung seines Fürsten. Hierauf folgen die Prognostica für die einzelnen Monate des Jahres 1580. Um zu zeigen, welcher Art dieselben sind, wird es vollauf genügen, einen Monat, z. B. den April, hier abzudrucken:

April.

„Der April ist mir verdächtig gnug / vnd bringet vnstets vnd widerwertigs Wetter mit sich. Merck sonderlich auff den 2. was für böß Aprillenwetter erfolgen werde mit Wind / Kalten Regen oder Schne vnnd Kisseln. Aber den 4. 5. 6. wider temperirt / doch Reyffen Den 7. 8. 9. gehet Venus mit dem großem Hundsstern / vnd Humero sinistro Orionis, auch mit den pleiadibus vnd hyadibus vnter / vnd fallen andere Aspect ein / welche ein windigs vngeschlachts böß Wetter / Hagel oder schädliche Kälte bedeuten / doch der tag läng halben mit Sonnenblick / bald wider temperirt den 11. 12. welchs doch kein bestand hat. Dann der □♂♀ / □ ♄ ☿ auff das New 14. 15. 16. 17. ein sehr windig vñ feucht vnstet Wetter mit Hagel oder Reyffen / den 17. vñ 18. bedeuten Saturnus gehet vmb dise zeit mit dem Aquila vnter / etc. Temperirt den 19. 20. Aber wider trübe Wolcken / feucht / windig vnd vnstet den 22. 23. 24. vmb deß ☍♃♀ · ☍♄☽ vnd ☍♂☽ willen. Sonderlich ist mir das ende diß Monats der 26. 27. 28. 29. sehr verdächtig / dieweyl dise widerwertige schein □♃♂ / vnnd der böse genierdte schein ♄ gegen der ☉ im ♒ vnnd ☋ einfallen / bedeuten ein trüb vngeschlacht Wetter mit Schne / Kisseln vnnd Regen / oder da es andern Aspecten nach solte hell am Himmel sein / wird es schädliche Reyffen oder sonst böse Nebel geben Daß ich also zu diser Zeit deß Weinstocks vñ der Baum blüt große sorge trage. Gott der Allmächtige gebe daß die kalten Reyffen durch ein trüb Regenwetter hinweg gehen. Vor einem Jar hat es den 16. Aprilis / da diser □ ♄ ☉ eingefallen / Eiß gefroren / vnd ist ein kalt Aprilenwetter von schnee vnd Kisseln gewesen. Aber der Wein vnd andere Früchte waren noch nicht herauß / nun aber ist es weiter im Jar. Darumb wir Gott den Allmächtigen / der Himmel vnd Erden / vnnd alles was darinnen ist / erschaffen hat / im Namen seines Sons Jesu Christi von Hertzen anruffen

sollen / daß er solche vnd andere künfftige Straffen gnädig abwenden / oder ja lindern wolle / etc. Wie ich denn hoffe / es werde gnädig abgehen / etc."

Nachdem in ähnlicher Weise die Witterungsvorhersagungen für die übrigen Monate mitgetheilt worden, folgt ein Kapitel „Von den Finsternissen vnd bösen Aspecten der Planeten, / auch derselben Bedeutungen", ein weiteres „Von der Fruchtbarkeit dieses Jars", worin abermals allgemeine Witterungsprognosen gegeben werden, und ein ganz kurzes Schlufskapitel „Von Krankheiten".

In anderen Praktiken spielt die Vorhersage des Wetters keine so grofse Rolle, wie in der eben angeführten von Caesius, sondern überwiegen mehr Prophezeiungen politischer und sozialer Natur. In dieser Beziehung macht man mit grofser Vorliebe Anspielungen auf zwei welterschütternde Fragen, die Reformation und die Türkenkriege. Dieser Art ist z. B. die mir vorliegende Practica des Georg Ursinius aus Plauen, „der Mathematischen Kunst ein Liebhaber" für die Jahre 1580—1600. Vom Jahr 1580, demselben Jahr, für welche auch des G. Caesius Practica gilt, prophezeit Ursinius als Wirkung „der Finsternufs mit sampt den bösen Configurationibus der Obern Planeten" nichts weniger als „allerley Jammer, angst vnd not, Theurung, Hunger, Sterben vnd Pestilentz / auch grofs Blutvergiefsen, Tod, Mord vnnd Brandt. Vnd (wie Proclus Diadochus schreibet) bedeuts / das ein grofser Kriegsherr nach hohem Imperiment sterben wirt . . . . . . Alle ding werden Theur sein / vnd die Früchte vbel gerahten."

Diese Proben lassen schon zur Genüge erkennen, welch' Geistes Kind die Practica und Prognostica sind: zum weitaus gröfsten Theil Erzeugnisse astrologischen Aberglaubens, zu dem sich abwechselnd etwas Erfahrung und viel Phantasie hinzugesellen. Die Erfahrung bekundet sich bei obigem Beispiel aufs trefflichste in der gut gelungenen Schilderung des allgemeinen Witterungscharakters des April, dessen sprichwörtliche Launenhaftigkeit auch ohne systematische meteorologische Aufzeichnungen zum Bewufstsein gekommen ist; die Astrologie verführt zur Aufstellung der speziellen Prognosen für einzelne Tage und Zeitabschnitte; die Phantasie endlich läfst Theurungen entstehen, Fürsten sterben u. s. w.

Es würde zu weit führen, und liegt auch aufserhalb des Rahmens dieser Darstellung, die in den Praktiken zu Tage tretenden astrometeorologischen Vorstellungen bis auf ihre ersten Anfänge in Babylon zurück zu verfolgen, so interessant es auch vom kulturhistorischen Standpunkt wäre, diese Art der „menschlichen Narrheit" sich ent-

wickeln und ausbreiten zu sehen. Dagegen liegt es nahe, zu erwägen, warum gerade in jener Zeit die Praktiken-Litteratur zu so aufserordentlicher Blüthe gelangte. Man könnte glauben, dafs das astrologische System — etwa durch die Araber — zu gröfserer Vollkommenheit gebracht worden wäre und mehr faktische Erfolge als bisher erzielt hätte. Das ist indessen keineswegs der Fall; denn die gröfsere Komplizirtheit, welche das System bei den Arabern erlangte, hatte es darum noch nicht richtiger gemacht. Man stellte die Practica im 15. und 16. Jahrhundert wesentlich noch nach denselben Grundsätzen der Astrologie auf, welche sich schon in den Schriften der Griechen und Römer finden. Man hatte aber jetzt nach Erfindung der Buchdruckerkunst die Möglichkeit, diese Grundsätze Jahr für Jahr fortwährend aufs neue zu bethätigen. Wie die Buchdruckerkunst durch die schnelle und massenhafte Verbreitung von Flugschriften, z. B. die Reformation und andere Bewegungen aufs kräftigste unterstützt, ja überhaupt ermöglicht hat, so gewann auch durch die gesteigerte Verbreitung der Praktiken und Prognostiken der uralte Glaube von dem Einflufs der Gestirne auf die Erde und ihre Bewohner von neuem wieder Nahrung in breiteren Schichten der Bevölkerung. Dazu kam, dafs die Astrologie mehr als je bei den Grofsen der Erde in Ansehen stand; viele Fürsten hielten sich eigene Leib-Astrologen, ohne deren Befragung kein wichtiges Unternehmen begonnen wurde. Was Wunder also, wenn das Volk sich darnach richtete und speziell auch die astrometeorologischen Vorstellungen immer mehr an Boden gewannen. Und war es nicht für den Landmann, der mit dem Erfolg seiner Arbeit so sehr von der Witterung abhängt, etwas überaus Verlockendes, in den Praktiken und Prognostiken das Wetter des nächsten Jahres im Voraus verkündet zu sehen? Sicherlich werden die Wetterpropheten damals schon ebenso gut wie noch heute mit der menschlichen Schwäche zu rechnen gewufst haben, dafs man nicht Eingetroffenes gar bald vergifst, Treffer aber immer der Theorie bezw. dem Propheten zum Guten rechnet. Zwar fehlte es nicht an einsichtsvollen Männern, welche das Trügerische der Praktiken erkannten und gegen dieselben zu Felde zogen. Schon zu Ende des 15. Jahrhunderts schrieb der Italiener Pico della Mirandola ein gar treffliches Buch „Adversus astrologiam . . .“, dem noch andere ähnliche Schriften in allen Kulturländern Europas folgten; aber leider noch viel mehr Gelehrte schrieben Bücher mit dem Titel „Apologia astrologiae“. Ein so tief eingewurzelter, Jahrtausende alter Aberglauben war eben nicht so leicht ausgerottet, und wenn er auch in der Mitte des 17. Jahr-

hundert zu erlöschen schien, da später nur noch ganz vereinzelt selbstständige Praktiken publizirt wurden, so blieb er in anderer Form doch noch bestehen. Als es nämlich allgemeine Sitte geworden war, alljährlich Kalender herauszugeben — die ersten jährlichen Kalender, also nicht immerwährende, rühren aus der Mitte des 16. Jahrhunderts — fand man es vortheilhafter, die bis dahin für sich erschienenen Praktiken mit den Kalendern zu einer einzigen Publikation zu vereinigen und damit ein doppelt nützliches Büchlein dem Volke zu bieten. Noch bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts fehlt in keinem der zahllosen verschiedenen Kalender als zweiter wesentlicher Theil desselben die „Praktik“, meist sogar mit besonderem Titelblatt versehen.

Wenn man bedenkt, dafs der Kalender das verbreitetste Buch ist, verbreiteter selbst als die Bibel, so wird man begreifen, warum das Volk noch heute mit so erstaunlicher Zähigkeit an diesem und ähnlichem Wetteraberglauben festhält.

Die Verfasser der Praktiken waren gewöhnlich Geistliche, Lehrer und Aerzte, welch letztere die Astrologie auch zu ihren Kuren gebrauchten, häufig aber auch Litteraten aller Art, die einen blofsen Broderwerb daraus machten und von der Sache selbst sehr wenig verstanden. Zur letzteren Gattung gehörte z. B. der Wiener Johann Rasch, der in der Vorrede zu seiner „Practica Auff das großwunder Schaltjar. 1588“[11]) mit rührender Naivität gesteht, wie er sich durch die Aussprüche alter grofser Meister in der Astrologie habe täuschen und irreführen lassen; auch beschwert er sich darüber, dafs die sommerlichen Strichregen es fast unmöglich machen, eine allgemein richtige Praktik zu stellen.

„Zum dritten — fährt er fort — hat mich offt verführet oder zweiflich gemacht / die new erfahrung in der kunst selbst / oder die prob etlicher sachen vnd vrsachen auff vnser Lands art / so von den Alten nit ergründet / oder nit beschriben / oder ich es doch in Büchern noch nit finden kündte / als wie der astrologus sagt / Wann draco ist im Schützen / vnd der Mon ist in seinem kopff oder Schwantz / denselben tag (nach glegenhait der jarszeit) regnets oder schneit es gewiß / vnnd das fehlete mir

[11]) Nach Prophezeiungen alter Astrologen sollte das Jahr 1588 grofse Veränderungen mit sich bringen. Es hiefs von ihm

In Tausend jahren diser art
Der Himel nie gesehen ward /
Die Alten habens lang prophezeit /
Alles werd sein vol hertzens laid.
Wirstu das end der Welt nit sehen /
So wird doch groß ändrung geschehn.

nie / Aber in anderen zaichen / darein der Drack verruckt / wolts mir nimmer zutreffen / es fehlete so offt ich vorige witterung setzte".

Nachdem Rasch noch andere Gründe des Mifslingens mancher Vorhersagen angeführt, schliefst er seine Vorrede mit folgendem naiven Geständnifs, aus dem man entnehmen kann, wie gewerbsmäfsig oft Praktiken zusammengeschrieben wurden:

„Zum sibenden vnnd letzten / mich vnnd andere Calenderschmid betreugt / oder vil mehr / verhindert in der wahrheit vnd gewißheit offtmals die eilung / als ich von mir sagen darff / das ich anfans meines Calenderstellens mit raitten / lesen / suechen / vnd nachdencken / allein zu der witterung / offt wol 5. wochen zubracht / damit ich ein wenig mit ehren bestanden / vn also waren die ersten die besten / jetzt aber nun nit gern 5. stund oder ein halben tag dran wende / Got geb / wie es gerathe / wann es halt nur ein Calender vnd Practic ist. . . ."

So ehrlich und aufrichtig wie Johann Rasch gestehen andere Verfasser ihre Irrthümer nicht ein, soviel Praktiken ich auch darauf hin durchgesehen habe. Im Gegentheil ist die Mehrzahl derselben bemüht, die begangenen Fehler zu vertuschen, und oft dreist genug schwarz in weifs verkehren zu wollen. Allerlei sophistische Ausflüchte müssen dazu herhalten, um zu beweisen, dafs die verfehlte Vorhersage im Grunde genommen doch richtig war. Eines der grofsartigsten Beispiele dieser Art knüpft sich an die von Stöffler ausgegebene Prophezeiung einer Art von Sündfluth für das Jahr 1524. Der Fall ist so überaus charakteristisch für die damalige Anschauungsweise und beleuchtet so treffend die den Praktiken beigelegte Bedeutung, dafs ich glaube etwas näher auf denselben eingehen zu müssen. Ich benutze dazu die bezüglichen Mittheilungen des eben genannten Johann Rasch, sowie die von Naudé (Apologie pour les grands hommes soupçonnés de magie. Amsterdam 1712. 12⁰) und von unserem engeren Landsmann Moehsen (Geschichte der Wissenschaften in der Mark Brandenburg. Berlin 1781. 4⁰).

Der Tübinger Professor der Mathematik, Johann Stöffler, welcher sich um die Astronomie vielfach sehr verdient gemacht hat, kündigte im Jahre 1518 in einem an den König Karl I. von Spanien den späteren Kaiser Karl V., gerichteten Prognostikon eine allgemeine Sündfluth auf das Jahr 1524 an, weil eine Konjunktion des Saturn, Jupiter und Mars im Zeichen der Fische eintreten würde. Diese Prophezeiung des berühmten Mannes machte in ganz Europa aufserordentliches Aufsehen. Kaiser Karl V. und sein Hof gerieth selbst in Sorgen, zumal andere Astrologen, wie Virdung, Alexander Seiz u. a. die

Prophezeiung Stöfflers bekräftigten. Der Grofskanzler des Kaisers frug den damals gelehrtesten Mann von ganz Spanien, den berühmten Peter Martyr[12]) († 1525), um Rath. Dieser antwortete, dafs das Unglück nicht so allgemein sein werde, jedoch möchte die Vereinigung der Planeten eine grofse Unordnung in der Welt verursachen. Vielleicht bezieht sich hierauf folgende Schrift, die ich allerdings nur dem Titel nach kenne: „Ein trostliche Practica Maister Peter Ceruol ausz Hiszpanien an den durchleuchtigstē Fürsten . . . . Dasz disz jar XV hūdert XXIIII keyn sindfluth kummen wird". Getruckt zu Nurnberg durch Frederichen Peypus. 4 Blätter in 4⁰. Da der Kaiser durch diese Antwort keineswegs beruhigt wurde, bewogen seine Hofleute den nicht minder berühmten italienischen Gelehrten Augustin Niphus (italienisch Nifo), die Stöfflersche Prophezeiung mit Gründen zu widerlegen. Niphus that dies in einer Schrift „De falsa diluvii prognosticatione", welche viermal neu aufgelegt wurde; die Ausgabe „Venetiis 1523", welche ich besitze, schliefst mit den Worten: „cum coelestes causae sint leves, non enim solaribus eclypsibus sunt corroboratae, et meteorologica signa nec adsint, nec adesse possint, diluvium aut nullum futurum esse, aut esse secundum modum loquendi meteorologicorum, qui diluvium dicunt imbrium excessus, non autem humani generis destructionem". Der Kaiser und sein Grofskanzler beruhigten sich damit, allein sein General, Graf Rango, der sehr viel von der Astrologie hielt, besorgte, dafs der Kaiser durch das von Niphus abgegebene Gutachten zu sicher werden und die Rettung der Armee, die nach seiner Idee sich auf die höchsten Berge begeben müfste, ganz und gar versäumen möchte. Der General veranlafste deshalb einen anderen italienischen Gelehrten, Michael de Petra Sancta, zu einer Gegenschrift, in der Stöfflers Prophezeiung wieder bestätigt wurde. Die Furcht vor der Sündfluth war in Europa so grofs, dafs nach Naudé (a. a. O.) in Frankreich viele Menschen den Verstand darüber verloren. Ein jeder suchte sich zu retten. Viele, die am Meer oder an grofsen Flüssen Güter hatten, verkauften ihr Eigenthum und begaben sich auf höhere Berge. Andere, wie z. B. der Präsident Blaise d'Auriol in Toulouse, bauten sich eine Arche, um sich und ihre Familie zu retten. Hingegen traf, wie schon Martin Luther in seinen Tischreden erzählt, der Wittenberger Bürgermeister Hendorf umfangreiche Rettungsanstalten auf dem Boden seines

[12]) Eigentlich Pietro Martire d'Anghiera, latinisirt Petrus Martyr Anglerius.

30*

Hauses, auf den er auch ein Viertel Bier hinaufziehen liefs, „um wenigstens einen guten Trunk zu haben, wenn die Sündfluth käme.“

Endlich trat der mit Furcht und Zagen erwartete Februar des Jahres 1524, in welchem die sündfluthartigen Regengüsse beginnen sollten, ein. In den meisten Ländern war der Himmel heiter und schön, es regnete nur vereinzelt, die Sündfluth blieb aus.

Man sollte glauben, dafs die Astrologie durch diesen gründlichen Mifserfolg einen argen Stofs erlitten und auch Stöffler seinen Ruhm eingebüfst hätte. Ganz im Gegentheil. „Die Mönche, welche aus Angst mehr als gewöhnlich gefastet und gebetet hatten, schrieben es ihren guten Werken zu. Die gelehrten Theologen, welche Neigung zur Astrologie hatten, fanden in der Bibel, dafs dem Noah versprochen worden, es sollte keine Sündfluth mehr kommen, und nun begriffen erst die Astrologen, warum die arabischen Sterndeuter, die in ihrer Kunst so berühmt und gelehrt gewesen, öfters Sündfluthen verkündigt hatten, die nicht gekommen wären; und das Wunder war um so viel gröfser, weil Zeichen am Himmel gestanden, die nothwendig eine Sündfluth verursachen müssen, und dennoch war sie zum Heil des menschlichen Geschlechts ausgeblieben. Sowohl die Märkischen als andere Geschichtsschreiber wollten doch nicht, dafs diese vielbedeutenden Zeichen vergebens dagewesen wären, und merkten bei diesem Jahre an, dafs zwar die Sterndeuter aus den vielen Konjunktionen in den wässrigen Zeichen eine Sündfluth prognostiziren wollten: man müfste solches aber als Vorboten des Aufruhrs der Bauern ansehen, welcher gleich im folgenden Jahre seinen Anfang genommen hätte. Kurz ein jeder suchte Gründe hervor, die ihn darüber beruhigten, und fast alle waren so beschaffen, dafs sie nicht den Ungrund der Astrologie zeigten, sondern sie vielmehr entschuldigten“ (Moehsen).

Schliefslich mag nicht unerwähnt bleiben, dafs viele Prognostiken-Schreiber und Verleger es vortheilhafter fanden, gleich für mehrere Jahre zusammen Praktiken herauszugeben, die dem Käufer billiger zu stehen kamen, als wenn er jedes Jahr eine besondere kaufen mufste. Noch andere schrieben immerwährende Prognostica, welche den Gebildeteren die Mittel an die Hand geben sollten, sich selbst in jedem Falle die Prognose stellen zu können. Von diesen führe ich nur die eine an, welche ausschliefslich auf dem Mond basirt und darum als ein Vorläufer der Schriften von Overzier u. A. zu betrachten ist. Sie hat den nachmaligen Bürgermeister von Görlitz, Barthol. Scultetus, zum Verfasser, erschien ebenda im Jahre 1572 und führt den Titel: Prognosticon Meteorographicum Perpetuum. Ein

ewig werend Prognosticon Von aller Witterung in der Lufft vnd den Wercken der andern Element: So viel betrifft die ankunfft, natur vnd wirckung aller Wind Regen Schnee Thaw Reiff Dunst Nebel etc. Durch die vier Quarten der Zeiten des Jares nach des Monden Lauff in allen seinen Newen Vollen vnd Viertelscheinen . . . . . ." Diese Schrift, welche das ermuthigende Motto „Inventuris non obstant inventa" trägt, lehrt, vom März angefangen bis zum Februar, aus dem jedesmaligen Alter des Mondes die Witterung vorherzusagen.

Auch der deutsche Dichter und Satiriker Johann Fischart schrieb eine immerwährende Practica, in Nachahmung des von dem Franzosen Rabelais für einige Jahre herausgegebenen „Prognostication pantagrueline", aber freilich nicht in der Absicht, das Wetter vorherzusagen, sondern um sich über die Praktikenschreiber lustig zu machen. Sein Büchlein, welches den Titel führt „Aller Practik Großmutter. Ein dickgeprockte Newe vnnd trewe, laurhaffte vnnd jmmerdauerhaffte Procdick . . . ." und zuerst ebenfalls im Jahre 1572 erschien, hat wahrscheinlich mehr dazu beigetragen, die Astro-Meteorologie in Verruf zu bringen, als die gelehrten Abhandlungen der Fachmänner. Ich will nicht unterlassen, eine kleine Probe aus Fischarts Schrift hier wiederzugeben:

„Gewitter."

„Das Thonnern würd mey gethümmels han, dann der plitz. Wann es regnet würd es weniger bestäubt schuch geben. Haltet die Münch zu hauß, dann kommen sie auß, so regnets oder will anfangen drauß. Jm grossen regen werden sich die weiber hinden auffdecken, auff das sie das haupt verstecken. Wann der Hagel als erschlagen hat, So ist das Wetter läuten [13]) zu spaat. Man kent das wetter an dem Wind, die fraw nach dem gesind. Den gebichten vnd gefürnißten Narren würd kein Regen schaden, es sey dan das sie warm baden."

[13]) Bezieht sich auf den alten christlichen Brauch, bei Gewitter die Glocken zu läuten, um Schaden abzuwenden. In abgelegenen katholischen Gegenden hat sich dieser Aberglaube bis heute erhalten. Bezug darauf nimmt die bekannte Glockeninschrift „Fulgura frango", die sich auch in dem Motto zu Schillers Lied von der Glocke befindet.

(Schlufs folgt.)





Die Plejaden.

Von **Dr. Heinrich Samter** in Wolfenbüttel.

Vor einigen Millionen von Jahren sah es im Weltall ganz anders aus als heute. Dies kann uns bei dem Wechsel, den alles Zeitliche als solches durchmachen mufs, weiter nicht Wunder nehmen. Aber der Unterschied ist so bedeutend, dafs ein mit Sehorganen und mit menschlicher Intelligenz begabtes Wesen, das etwa damals schon gelebt hätte, in der heutigen Welt nicht so bald ein Umwandlungsprodukt der damaligen zu erkennen vermöchte.

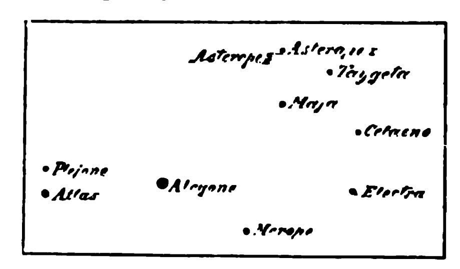
Hätte jenes Wesen damals seinen Standpunkt in jener Region gehabt, wo heute die Planeten und unter ihnen auch die Allmutter Erde ihre Kreise um das Tagesgestirn vollenden, der Anblick, den ihm der Himmel geboten hätte, wäre von dem uns gewohnten grundsätzlich verschieden gewesen. Es gab eine Zeit, da war hier noch nichts einem Sterne Aehnliches zu sehen. Nur so wie sich in klaren Nächten, die des Mondes Licht entbehren, das milde Weifs der Milchstrafse von dem Dunkel des übrigen Himmels abzuheben pflegt, so traten hier und dort lichtere Stellen hervor, die einen mit blendendem Glanze, die andern kaum von dem dunkeln Untergrunde verschieden. Das Chaos, aus dem unser Weltall sich herausgebildet hat, war eben keine gleichförmige Masse, sondern hier und da waren bereits von Anfang an Unterschiede in der Dichtigkeit vorhanden. Wo aber einmal eine gröfsere Masse ihren Platz hatte, da mufste sie nach dem Gesetze der Schwerkraft aus ihrer Umgebung noch mehr Stoff hinziehen, und so kam es, dafs das Chaos sich in eine Menge von Fetzen zertheilte, deren jeder einer Welt den Ursprung geben sollte. Einer von diesen Nebelmassen ist unser Sonnensystem entsprungen; aber wer vermöchte den Platz anzugeben, wo sich einst die Sonne bildete? Soweit dies bis jetzt erforscht ist, darf man annehmen, dafs unser System aus jener Gegend des Himmels stammt, wo das prächtige

Sternbild des Orion erscheint, dafs es sich von dort mit gleichmäfsiger Geschwindigkeit und in gerader Linie auf seinen heutigen Platz zu bewegte. Auch heute noch schwärmt es ruhelos weiter durch das Weltall, es eilt der Gegend zu, wo wir die Sterne des Herkules und des Schwanes sehen und erst die Spektralmessungen haben uns einen sichern Anhalt für die Geschwindigkeit dieser Bewegung geboten. Wie aber dem Reisenden, der durch die Fluthen des Ozeans dahinfährt, da und dort eine Insel in der Richtung der Fahrt am Horizonte, bei der weiteren Reise aber zur Seite des Schiffes erscheint und schliefslich hinter ihm wieder unter den Horizont versinkt, so hat auch unsere Welt nicht immer dieselben Sternbilder gesehen. Dort, wo die Reise hinging, ward eine neue Sterngruppe sichtbar, bald, d. h. nach einigen Myriaden von Jahren, befand sie sich zur Seite der Sonnenbahn und übertraf vielleicht die schönsten Bilder an Glanz, welche heute unsere Nacht erhellen, und bald wieder versank sie auf der Rückseite der Fahrt dem forschenden Blicke des gedachten Wesens, das wir nun schon einmal mit auf jene Reise schicken müssen, weil es damals noch nichts gab, was auch nur im entferntesten als unser Vorfahr hätte gelten können. Und wie uns nichts mehr Kunde giebt von jenen Sternen, die hinter dem Planetensystem zurückgeblieben und in das Meer der Vergessenheit gesunken sind, so wird auch einst der Tag kommen, wo unsere Nachkommen, wenn wir deren dann noch haben sollten, höchstens durch einen ausgegrabenen Sternkatalog noch an ein schönes Sternbild erinnert werden, das Orion hiefs, und bereits in den Jahrtausenden um Christi Geburt auf der Rückseite jener Fahrt erstrahlte.

Wenn unser menschenähnliches Wesen mit ungeheuer scharfen Augen begabt gewesen wäre, so hätte es bereits vor einigen Millionen von Jahren in der Gegend, von der heute der Herkules und der Schwan ihr Licht zu den Menschen senden, einen Nebelfleck erscheinen sehen, der, allmählich an Gröfse zunehmend, an der Seite der Reiserichtung erschien. Unter den vielen ein einziger, keineswegs der gröfsten einer, wird er wohl nur bei sehr grofser Aufmerksamkeit sich schliefslich gezeigt haben. Auf seinem scheinbaren Wege gingen mannigfache Veränderungen mit ihm vor. Während er selbst allmählich erblafste, concentrirte sich seine Masse in eine Anzahl einzelner Körper, kleiner Sterne, die bald die mütterliche Nebelmasse bedeutend überstrahlten, und je weiter dieses Chaosstück nach der Rückseite der Fahrt gelangte, desto intensiver erstrahlte sein Licht, desto schwächer ward die Leuchtkraft des erzeugenden Nebels.

Heute erscheinen die Sternchen dem unbewaffneten Auge in der Zahl von sechs bis elf am Halse des Stieres, also bereits fast ganz im Rücken unserer Weltreise. Sie bilden dort die Gruppe der Plejaden, eine Sternengruppe, die, wie keine bisher, die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich gelenkt hat. Das Buch Hiob erwähnt sie unter dem Namen der Gluckhenne, die griechische Sage sieht in den Plejaden die Töchter des Atlas und der Plejone, und seitdem die Wissenschaft sich dem Schoofse einer sagenhaften Mystik entwunden hatte, kehrten die Forscher oft ihren Blick zu diesem Sternbilde, aus seiner Beobachtung ein fast unerschöpfliches Material kühner Probleme schöpfend.

Aber, woher kennt man ihre Bildung, wer hat den Nebelfleck gesehen, dem sie ihren Ursprung verdanken sollen? Sahen nicht vielmehr



Die Namen der helleren Plejadensterne.

die Alten ganz bestimmt schon 6 bis 7 Sterne, wie wir, mit freiem Auge, und hat das Teleskop, das ihre Zahl bedeutend vervielfacht erscheinen liefs, je die Spur jenes Nebelflecks erkennen lassen? Wir besitzen allerdings seit wenigen Jahren ganz sichere Kunde von der Existenz jenes Nebels, und zwar ist es mit Hilfe der Photographie gelungen, ihn festzustellen und seine Gestalt der lichtempfindlichen Platte zu überliefern. Die Gebrüder Henry zu Paris waren es, die mit Hülfe eines grofsen Fernrohrs, das sie für die Pariser Sternwarte gearbeitet hatten, sich an die photographische Aufnahme der Plejaden machten, die schon öfters zuvor der Prüfstein photographisch-astronomischer Technik gewesen waren. In keiner Gegend des Himmels, von den schwer auflösbaren Sternhaufen abgesehen, stehen kleine Sterne in solcher Dichtigkeit wie hier zusammen. Und so war die Menge der Bilder, welche das Photogramm enthielt, ein Zeichen für die Güte der Technik. Was das Henrysche Lichtbild vor seinen Vorläufern auszeichnete, war das Vorhandensein eines hellen Fleckes um den Stern Maja herum, den man bisher selbst mit den besten Teleskopen noch nicht sicher erkannt hatte. Daher trauten die Henrys auch ihren Augen nicht,



Karte der Plejadengruppe,
nach einer photographischen Aufnahme der Gebrüder Henry in Paris.

als sie das Bild des Nebelfleckes erblickten und meinten, es habe nur in einem Mangel ihrer Platte seinen Grund. Aber bei der Wiederholung des Versuches erschien der Nebel von neuem, und bei späteren Aufnahmen, die der Engländer Roberts mit einem Spiegelteleskope machte, wuchs sogar die Ausdehnung des Nebels sehr bedeutend. Um alle helleren Sterne der Plejadengruppe traten lichte Stellen von gröfserer oder geringerer Ausdehnung hervor, und Roberts stellte die Vermuthung auf, dafs noch die ganze Gruppe in einen Nebel getaucht sei, dessen Dichte freilich im allgemeinen nicht stark genug sei, um auf die lichtempfindliche Platte wirken zu können. Wir haben es hier also mit einem System von Sternen zu thun, das sich, verglichen mit unserem Sonnensystem, noch in einem relativ frühen Stadium seiner Entwickelung befindet. Ist für dessen hohes Alter und lange Entwickelung die kalte, bewohnte Rinde unserer Erde ein ebenso guter Bürge, wie der erborgte Glanz, mit dem die anderen Planeten uns leuchten, so sprechen andererseits dafür, dafs das Alter der Plejaden kein so hohes ist, neben der Photographie, die uns die noch nicht völlig abgestreifte Eischale des Plejadensystems in dem Nebelflecke zeigte und neben dem eigenen Glanze sämtlicher Mitglieder jener Sternenfamilie, noch andere Untersuchungen, deren Wesen und Ergebnis ich hier einige Worte widmen möchte.

Bei dem Interesse, das unserer Sterngruppe innewohnt, ist es sehr erklärlich, dafs gerade die bedeutendsten unter allen Astronomen ihrer Beobachtung Zeit und Kräfte widmeten. Da indessen die Ortsveränderungen, welche jene Sterne seit dem Beginne der Forschung durchgemacht haben, bis jetzt nur zu einem geringen Betrage angelaufen sind, so lassen sich einer Untersuchung über die Plejadenbewegungen auch nur solche Beobachtungen zu Grunde legen, die das Mafs der heute erreichbaren Genauigkeit ganz oder doch beinahe besitzen. Von den älteren Beobachtern ist der Greenwicher Astronom Bradley, der berühmte Entdecker der Aberration des Lichtes und der bedeutendste Beobachter im vorigen Jahrhundert, der erste, der dieses Mafs erreichte. Er hat im besonderen 15 von den Plejadensternen einer wiederholten genauen mikrometrischen Beobachtung unterzogen. Und wiederum war es der bedeutendste Astronom unseres Jahrhunderts, Bessel, der bis 1841 zwölf Jahre hindurch die Sterne dieser Gruppe genau beobachtete, soweit sie in einem mäfsigen Fernrohr noch gut sichtbar blieben. Unter den 53 Plejadensternen, die den Gegenstand seiner Beobachtungen bildeten, befanden sich auch jene 15 Bradleyschen Sterne. Der Mühe, die beiden Beobachtungs-

reihen mit einander eingehend zu vergleichen, unterzog sich Mädler, und sein Resultat war ein höchst bemerkenswerthes. Keiner von den 15 schon von Bradley beobachteten Plejadensternen war an seinem Platze geblieben, die meisten schienen nahezu in derselben Richtung weitergerückt zu sein. Zwar war der Betrag dieser Verschiebung kein grofser, er betrug durchschnittlich nur 6 Bogensekunden für das Jahrhundert. Um einen Begriff von der Kleinheit dieses Betrages zu geben, will ich nebenbei bemerken, dafs ein Dampfschiff, das mit einer Geschwindigkeit von 6 m in der Sekunde in einer Entfernung von 200 km etwa am Pik von Teneriffa vorbeifährt, diesen bereits nach Verlauf von einer Zeitsekunde um jenen Betrag verschoben sehen müfste, um den die Plejaden erst im Laufe eines Jahrhunderts fortzuwandern scheinen. Das Merkwürdigste aber war die Richtung dieser Wanderung. Sie war nämlich genau derjenigen entgegengesetzt, die Herschel bereits für unser Planetensystem gefunden hatte, und dadurch wurde die Vermuthung nahe gelegt, dafs jene Bewegung keine wirkliche sei, sondern ganz und gar der scheinbare Effekt der Verschiebung unseres Systems. Ebenso wie die tägliche Drehung der Erde um ihre Achse von Westen über Süden nach Osten in der umgekehrten Bewegung der Sonne und der Sterne am Himmel sich wiederspiegelt, wie die jährliche Umwälzung der Erde um das Tagesgestirn erst durch dessen Spur im Thierkreise uns zum Bewufstsein gelangt, so mag auch die Bewegung der Plejaden nur das Spiegelbild unserer eigenen Reise durchs Weltall sein. Diese Analogie liegt nahe, aber zwingend ist sie nicht. Warum sollte diese Sterngruppe nicht ganz ebenso mit einer eigenen Bewegung begabt sein, wie unsere solare Welt, wie noch sicher andere Theilwelten auch? Möglich wäre es ja, dafs die Plejaden sich wirklich genau in entgegengesetzter Richtung mit uns bewegten, aber die Aussichten, die jene Analogie uns bietet, sind zu verlockend, als dafs wir sie uns entziehen sollten. Jene Vermuthung, dafs die Plejadenbewegung ganz und gar nur eine scheinbare sei, erlaubt uns nämlich vor allen Dingen einen Schlufs auf unsere Entfernung von den Plejaden zu ziehen, ebenso wie sich in unserem Beispiele von vorhin die Entfernung des Piks von Teneriffa hätte ermitteln lassen, wenn man die Stärke seiner scheinbaren Verschiebung, die Richtung, in der das Schiff an ihm vorbeifährt, und schliefslich die Geschwindigkeit der Fahrt wüfste. Jene Geschwindigkeit ist für unsere Fahrt mit dem Sonnensystem noch nicht gar lange bekannt. Daher mufsten bisher alle Schätzungen über die Entfernung der Plejaden, wie bereits Mädler eine gewagt hat, auf sehr zweifelhafte Voraus-

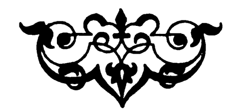
setzungen aufgebaut werden. Legt man den von Homann aus Spectralmessungen ermittelten Werth dieser Geschwindigkeit (24 km in der Sekunde) zu Grunde, so ergiebt sich, immer unter der gemachten Annahme, leicht, dafs die Plejadengruppe nicht weniger als 1500 Billionen Kilometer von uns entfernt ist, und dafs das Licht 163 Jahre braucht, um von dort in unsere Regionen zu gelangen. Mädler hat nun freilich einen Schritt weiter gethan, indem er sich auf noch einige vage Voraussetzungen stützte. Die gefundene scheinbare Bewegung ist eine höchst geringe, es giebt Sterne, die um bedeutend gröfsere Strecken in einem Jahrhundert verschoben erscheinen, und Bessels Schwanenstern, der erste, dessen Entfernung von uns mit hinreichender Sicherheit bestimmt ward, legt im Laufe eines Jahres keine geringere Strecke zurück, wie die Plejaden in einem Jahrhundert. Auch hieraus darf man schliefsen, wie weit sie von uns entfernt sind. Der Schlufs, den Mädler zog, war aber, da die Plejaden von allen Sterngruppen die geringste Eigenbewegung haben, dafs sie den Mittelpunkt der sichtbaren Welt bildeten, dafs um ihren Hauptstern, die Alcyone, alle bekannten Sonnen- und Sternensysteme ewige Kreise ziehen, ganz ebenso wie sie der Planetenchor um die Sonne beschreibt. Damit steht auch die Bewegung des Sonnensystems nicht in Widerspruch, wenn sie uns auch bisher geradlinig und gleichförmig sich zu vollziehen scheint, denn was will die kurze Spanne Zeit besagen, während welcher der erforschende Geist des Menschen die Gesetze der Sterne zu ergründen sucht gegen die vielen Jahrmillionen, in denen endlich unsere Sonne mit ihrer Planetenschaar einen Umlauf um die Centralsonne vollendet? So schön aber die Resultate dieser Spekulationen auch erscheinen mögen, die Wissenschaft hat sie nicht anerkannt, weil ihre Voraussetzungen unbegründet sind, weil die Messungen, auf die sie sich gründen, mit Fehlern behaftet erscheinen, die den Betrag der gemessenen Gröfsen übersteigen.

In neuester Zeit ist die Plejadengruppe wieder der Gegenstand einer eingehenden Untersuchung gewesen. Ein eben solches Instrument, wie es bereits Bessel zur Messung der gegenseitigen Entfernungen jener 53 Plejadensterne gedient hatte, ward auch für diese neue Durchmusterung verwerthet, der genaueste Mefsapparat nämlich, den die Astronomen haben, das Fraunhofersche Heliometer. Dasjenige, dessen Bessel sich bediente, hatte ihm der grofse Meister noch selbst geliefert, das neue Instrument ist aus der Werkstatt seines Nachfolgers, des Herrn Georg Merz in München, hervorgegangen,

und ward vor einigen Jahren auf der Sternwarte der Yale-Universität zu New-Haven in Nordamerika aufgestellt. Der berühmte amerikanische Optiker Alvan Clarke in Boston, aus dessen Werkstatt schon so manche Riesenfernrohre an die Sternwarten aller Länder gegangen sind, hatte es abgelehnt, eine so feine und schwierige Arbeit zu übernehmen. Mit dem neuen Apparate hat nun Herr Elkin eben jene 53 Besselschen Sterne wieder verglichen, dazu aber noch 17 andere, die Argelander in Bonn bei seiner Durchmusterung des nördlichen Sternenhimmels mehrfach hatte Revue passiren lassen. Um die Beobachtungsfehler möglichst auszuschliefsen, hat sich Elkin für seine Untersuchung zweier, ganz wesentlich verschiedener Methoden bedient, und die Uebereinstimmung der erhaltenen Resultate garantirte ihm die Richtigkeit seiner Messungen. Diese ergaben zunächst, dafs in den 45 Jahren seit Bessels Beobachtungen die Plejadensterne in ihrer Gesamtheit jene Bewegung nach Südsüdwesten fortgesetzt hatten und zwar durchschnittlich mit jener Geschwindigkeit von 6 Sekunden im Jahrhundert, die Mädler schon gefunden hatte. Nur sechs von Bessels Sternen nahmen an dieser gemeinsamen Reise nicht theil, sondern blieben dahinter zurück, sodafs sie wahrscheinlich gar weit von uns entfernt sind, so weit, dafs die von uns mit der Sonne und ihren Planeten inzwischen zurückgelegten 17 000 Millionen Kilometer den Ort nicht beeinflussen konnten, an welchen jene Sterne vor 45 Jahren erschienen. Die Sterne sind allerdings nicht besonders hell, sodafs man ihnen eine weite Entfernung wohl zutrauen darf, aber andererseits sind in der Plejadengruppe noch manche dunklere Sternchen, die doch jene gemeinsame Bewegung theilen, also uns bedeutend näher stehen. Dafs jene Sternchen wohl weit hinter der eigentlichen Plejadengruppe stehen, also nicht deren Entstehung aus der gemeinsamen ursprünglichen Nebelmasse mitgemacht haben, dafür spricht auch eine total verschiedene Untersuchungsmethode, nämlich die mit dem Spektroskop. Professor Pickering zu Cambridge in Nordamerika hat viele Sterne jener Gruppe mit dem Spektralapparate untersucht und das Aussehen ihres Spektrums hat ihn ihre Zusammengehörigkeit und ihren gemeinsamen Ursprung erkennen lassen; dagegen zeigten die Spektra jener andern Sternchen so bedeutende Abweichungen, dafs es auch hiernach keinem Zweifel unterliegt, dafs sie nur zufällig in der Plejadengruppe erscheinen, in Wahrheit aber weit davon entfernt sind. Zwei andere Sterne, die auch in ihrem Spektrum Abweichungen zeigten, also ebensowenig zu der Gruppe gehören, eilen ihr soweit voran, dafs sie zwischen uns und den eigentlichen

Plejaden ihren Platz haben dürften. Sie werden uns aber wahrscheinlich um nicht viel näher stehen als um ein Drittel der Entfernung der Plejaden, weil man bisher an ihnen keine solche Bewegungen hat wahrnehmen können, welche bei andern Sternen ihre Nähe verrathen haben, nämlich jene winzigen Kreisläufe, die, innerhalb eines Jahres vollendet, nichts sind als ein getreues Bild unserer Bewegung um die Sonne. Der Hauptzweck, zu dem die neue Untersuchung angestellt wurde, ist aber nur zum Theil erreicht worden. Man hoffte nämlich, über den inneren Bau des Plejadensystems ein wenig mehr zu erfahren, als man bisher wufste. Befindet sich diese Gruppe wirklich noch in einem frühen Stadium der Entwickelung, so müssen die Bewegungen darin durch die Widerstände des noch vorhandenen Urnebels wesentliche Aenderungen erfahren. Welcher Art sind aber diese Bewegungen überhaupt? Spielt der hellste Stern der Plejaden, Alcyone, in dem System eine ähnliche Rolle, wie unsere Sonne im Planetensystem, oder übertrifft sie die anderen nicht genügend an Masse, um sie durch ihre Anziehung in Kreisbahnen zu zwingen? Ist vielleicht ein anderer Stern, obgleich dunkler, mit gröfserer Masse begabt und hat er diese Rolle übernommen? Diese Fragen sind durch Elkins Messungen nur sehr wenig befriedigend beantwortet worden. Die 61 eigentlichen Plejadensterne, die zur Untersuchung übrig blieben, zeigen nämlich nur sehr geringe Abweichungen von dem Treiben der Gesamtheit, und darauf kommt es ja an, diese Abweichungen zu finden, um die vorgelegten Räthsel zu lösen. Da ist nur eine einzige Plejade, Electra, deren Abweichung im Jahrhundert eine Bogensekunde erreicht, und diese scheint in der That die Alcyone als führenden Stern anzuerkennen und sich von ihr in eine Kreisbahn lenken zu lassen. Aber der allgemeine Eindruck, den auch bereits Wolf in Paris vor einigen Jahren erhalten hat, als er die 53 Plejadensterne Bessels von neuem untersuchte, war der, dafs der ganze Sternhaufen auseinander zu gehen strebe, dafs seine einzelnen Theile einander fliehen, wie Körper, die mit einerlei Elektricität geladen sind. Möglich, dafs sie einer gemeinsamen Wirbelbewegung unterliegen, die ihnen diese Centrifugalkräfte verleiht, aber sicher ist das nicht, wie überhaupt nichts, was aus so kleinen Bewegungen sich erschliefsen läfst. Daneben schien es sich zu zeigen, dafs öfters einige benachbarte Sterne sich fester an einander schlossen, wie wenn das Reich der Plejaden nur eine Bundesgenossenschaft von vielen Kleinstaaten wäre, die zwar im grofsen und ganzen sich dem allgemeinen Zuge anschliefsen, im besonderen aber noch ihre eigenen Ziele verfolgen.

So sind wir noch weit davon entfernt, über die Natur dieser merkwürdigen Sterngruppe alles Wissenswerthe zu wissen, und leider dürfen wir uns nicht verhehlen, dafs auch die nächste Zukunft uns darüber nicht belehren wird. Vielleicht werden unsere Nachkommen darin glücklicher sein, wenn die Veränderungen nur nicht so langsam sind, dafs schliefslich die Gruppe bereits den forschenden Blicken der Nachwelt entzogen ist, wenn ihre Veränderungen den hinreichenden Betrag erreicht haben. Immerhin haben wir Ursache, uns zu freuen, auch wenn wir nur „ein wenig in der Natur unendlichem Geheimbuche zu lesen verstehen“.





Unsere Marslandschaft.

Der gegenwärtig das Repertoir des Wissenschaftlichen Theaters unserer Urania beherrschende Vortrag „Die Kinder der Sonne" behandelt in der für derartige Vorträge üblichen nur skizzirenden Form unsere gegenwärtigen Kenntnisse von der Oberflächenbeschaffenheit der Sonne und ihrer Planeten. Wir wollen es nicht unterlassen, wie wir es bei Gelegenheit der drei vorangegangenen ähnlichen Vorträge thaten, (die im ersten Bande dieser Zeitschrift erschienenen Illustrationen einer irdischen „Sonnenfinsternifs vom Monde gesehen" und einer „Sonnenfinsternifs" sind Darstellungen aus dem Vortrage „Von der Erde bis zum Monde" nachgebildet; die „Ideale Landschaft aus der Steinkohlenzeit" im zweiten Bande ist dem Vortrage „Die Geschichte der Urwelt", „Die Rüdersdorfer Kalkberge mit Spuren diluvialer Thätigkeit" im gegenwärtigen Bande dem Vortrage „Die Werke des Wassers" entlehnt) unseren auswärtigen Lesern, welche die Urania nicht besuchen können, auch diesmal wieder ein Bild aus dem neuen Cyclus, freilich nur schwarz auf weifs und deshalb ungemein weniger wirkungsvoll vorzuführen, als es allabendlich unseren Zuhörerkreis erfreut.

Der Maler führt uns auf den interessantesten aller Planeten, unseren verwandten Nachbar Mars und läfst uns auf dessen Oberfläche eine Gegend aus der Vogelperspektive schauen, welche jedenfalls zu den merkwürdigsten und zugleich zu den verhältnifsmäfsig am leichtesten erkennbaren Gebieten des Planeten gehört. Dieselbe ist aufser von Schiaparelli namentlich in neuerer Zeit auch von mehreren anderen Beobachtern am Fernrohr nahezu übereinstimmend gezeichnet worden, so dafs deren Umrisse wohl am wenigsten zweifelhaft sind. Es ist die Libya. Die grosse, sich auf dem Bilde nach links mit halbkreisförmigem Uferrande abgrenzende Landschaft liegt unter dem Aequator des Mars. Links von derselben breitet sich bis an den Horizont das Mare Tyrrhenum aus, welchem von rechts

Eine Marslandschaft.

her der breite Kanal der Nilosyrtis entgegenkommt. In die Nilosyrtis mündet vom Vordergrunde her der Nepenthes, welcher sich ganz vorn zu der merkwürdigen, fast genau einen Halbkreis bildenden Bucht des Moeris Lacus erweitert. Diesen Nepenthes sah Schiaparelli bereits in früheren Oppositionen und auch wieder im Sommer 1890 deutlich verdoppelt, wie es auch unsere Zeichnung durch den ganz rechts vorn befindlichen breiten Wasserlauf angiebt. Von der anderen Seite aus dem Hintergrunde her mündet in die Nilosyrtis noch ein System von Kanälen, welches sich gegen den Horizont hin mehrfach durchkreuzt. Man erkennt hier besonders den verdoppelten Astaboras und Astusapes. Im Vordergrund sind Wolkengebilde angegeben, wie solche zweifellos die Marsoberfläche zu verschleiern pflegen; auch Berge hat der Zeichner sich erlaubt anzudeuten, die zwar bekanntlich durch die Beobachtung nicht direkt konstatirt werden konnten, für welche aber eine gewisse Wahrscheinlichkeit durch die merkwürdige gelegentliche Beobachtung von weifsen Tüpfelchen gegeben ist, die oft für kurze Zeit einige Marslandschaften überdecken. Es mag hier auf erhöhten Punkten Schnee gefallen sein oder, um uns vorsichtiger auszudrücken, jene weifse Masse sich gebildet haben, welche zur Winterszeit die Pole des Planeten überzieht. Dafs diese auf erhöhten Punkten sich zuerst bilden wird, ist keinem Zweifel unterlegen, da die Temperatur der Marsatmosphäre nothwendig mit der Höhe in ähnlicher Weise abnehmen mufs, wie die der irdischen und diese Masse sich ja offenbar infolge der hereinbrechenden Winterkälte an den Polen bildet.

Es mag noch erwähnt werden, dafs in unserem wissenschaftlichen Theater über der vorliegenden Landschaft sich die eigenthümlichen Bewegungserscheinungen am Marshimmel abspielen, wodurch sie ihren besonderen Reiz erhält. Zuerst tritt die Landschaft im nächtlichen Dunkel auf; die Sterne steigen auf und der entferntere Mond Deimos erscheint als Sichel, welche allmählich schmäler wird, während der Mond seine Stellung zum Horizonte kaum verändert. Dann tritt aus einer Wolke ein zweiter Mond, Phobos, hervor, und neigt sich dem Untergange zu, während gleichzeitig die Sonne in rother Glorie aufgeht. Während die Landschaft alsdann in immer hellerem Lichte erscheint, verdoppeln sich vor den Augen der Zuschauer einige Kanäle.

Mars ist übrigens in letzter Zeit vielfach Gegenstand glücklicher Beobachtungsreihen geworden, welche zeigen, dafs man unter günstigen Beobachtungsverhältnissen selbst mit einem Fernrohr von verhältnifsmäfsig geringer optischer Kraft viele merkwürdige Details auf seiner

Oberfläche wahrnehmen kann. So stellt Flammarion in der Mainummer seiner populären Zeitschrift, „l'Astronomie" eine Anzahl von Zeichnungen zusammen, welche theils von Guillaume in Peronnas (Ain) mit einem Instrumente von 216 mm Oeffnung, theils von Giovannozzi in Florenz mit einem Fraunhofer von nur 108 mm Durchmesser angefertigt sind und mit einer gleichzeitig veröffentlichten Zeichnung von Schiaparelli vom 20. Juni 1890 schöne Uebereinstimmung zeigen. Im „Siderial Messenger" theilt ferner Pickering in Cambridge U. S. mit, dafs er mit dem dortigen 12-Zöller fast alle Kanäle Schiaparellis wahrgenommen hat, wenngleich es ihm nicht glückte, eine Verdoppelung mit Sicherheit zu beobachten. Derselbe giebt auch an, dafs auf dort angefertigten Photographieen von Mars die Veränderungen des weifsen Polarflecks von Tag zu Tag deutlich verfolgt werden können. Auch Terby hat interessante Beobachtungen des Mars vom Jahre 1890 veröffentlicht, (siehe beispielsweise „Ciel et Terre" vom 16. Mai 1891) und endlich hat Wislicenus in Strafsburg mit dem dortigen 18-Zöller mikrometrische Messungen von Hauptpunkten der Marsoberfläche ausgeführt, welche mit den früheren Messungen Schiaparellis gute Uebereinstimmung zeigen. Während es also noch vor einigen Jahren so schien, als ob Schiaparelli der einzige bleiben sollte, welcher die minutiösen Details, die er auf seiner berühmten Karte angab, sehen könne, mehren sich die Bestätigungen dieser Beobachtungen von seiten anderer Astronomen mit jedem Jahre, und es ist zu hoffen, dafs diese Erfolge immer mehr gute Beobachter anspornen werden, sich der so ungemein interessanten Erforschung der Marsoberfläche zuzuwenden. M.



Neue Beiträge zur Theorie der Sonne hat kürzlich Dr. J. Wilsing in Potsdam geliefert.[1]) Dieselben beziehen sich auf das Rotationsgesetz und auf die Periodicität der Flecken, zwei trotz aller hypothetischen Erklärungsversuche bis jetzt noch durchaus räthselhafte Erscheinungen.

Die Rotation des Sonnenballs, die wir aus der Bewegung der Flecken quer über die Sonnenscheibe hinweg erkennen, ist nämlich durchaus nicht so einfach, wie bei einem festen Körper, z. B. unserer Erde. Vielmehr haben die Beobachtungsreihen Carringtons und Spörers gezeigt, dafs die äquatorialen Zonen der Sonne den Umschwung er-

[1]) Vgl. Astron. Nachr. No. 3039.

heblich schneller vollenden, als die polaren Regionen, so dafs die Angabe einer bestimmten Rotationsdauer der Sonne sich immer nur auf eine bestimmte heliographische Breite, in der Regel auf die Zone der gröfsten Fleckenhäufigkeit, bezieht. Die Winkelgeschwindigkeiten der verschiedenen Breiten lassen sich indessen, wie Carrington empirisch fand, aus einer gemeinsamen Formel: $\omega = a + b \sin^{\frac{7}{4}} \varphi$ [2]), dem sog. Rotationsgesetz der Sonne ableiten. Später gelangte Spörer durch die Diskussion eigener Beobachtungen zu dem etwas abweichenden Gesetz: $w = a + b \cos \varphi$, und wieder noch andere Formeln, die die Beobachtungen nahezu gleich gut darstellen, wurden dann von Faye und Zöllner auf Grund theoretischer Spekulationen aufgestellt. Zöllner versuchte die Eigenthümlichkeiten der Sonnenrotation durch die Reaktion einer in den untersten Schichten der Atmosphäre von den Polen nach dem Aequator verlaufenden Strömung auf die glühend-flüssige Sonnenoberfläche zu erklären. Faye dagegen sucht die Beobachtungsthatsachen aus einer aufsteigenden Strömung im Sonnenkörper, einer Art beständigen Stoffwechsels zwischen der Oberfläche und dem Innern zu begreifen, während endlich Young den gerade entgegengesetzten Weg einschlägt und das Rotationsgesetz auf ein Herabsinken abgekühlter Massen aus den oberen Schichten der Sonnenatmosphäre zurückführen zu können meint.

Gegen alle diese Hypothesen und ebenso auch gegen die neuerdings mit rotirenden Flüssigkeitskugeln von Belopolsky angestellten Experimentaluntersuchungen lassen sich indessen wichtige Einwände geltend machen und Wilsing stellte sich deshalb die Aufgabe, zu untersuchen, ob denn nicht vielleicht das Rotationsgesetz sich als eine den äufseren Sonnenschichten eigenthümliche Bewegung auffassen lasse, welche den Rest einer ursprünglich vorhandenen Strömung bildet. Sollte es nachweisbar sein, dafs zur Vernichtung derartiger Strömungen durch innere Reibung bei den in der Sonnenatmosphäre als wahrscheinlich anzunehmenden Druck- und Dichtigkeitsverhältnissen sehr lange Zeiträume erforderlich wären, dann brauchte man ja garnicht nach jetzt noch wirksamen Ursachen für die eigenthümlichen Rotationsverhältnisse derjenigen Schichten, in welchen sich die Flecken befinden, zu suchen, sondern könnte dieselben auf kosmogonische Vorgänge zurückführen. In der That findet nun Wilsing

[2]) Es bedeutet hier ω die Winkelgeschwindigkeit der Zone von der Breite φ, während a und b zwei aus den Beobachtungen abzuleitende Constanten sind. Carrington nahm $a = 865'$, $b = -165'$.

durch mathematische Behandlung dieser Frage unter Zugrundelegung der Annahme eines nach Art eines starren Systems rotirenden Sonnenkerns, sowie unter Anwendung wahrscheinlicher Werthe für den Reibungscoëfficienten in der Gashülle, dafs zur Ausgleichung der Winkelgeschwindigkeiten in den oberen atmosphärischen Schichten, in denen die Flecken zu denken wären, sehr beträchtliche Zeiträume (die Rechnung giebt als Resultat 1,86 Millionen Jahre) erforderlich sind. Wilsing hält daher die Ansicht für vollauf berechtigt, dafs die an den Flecken beobachteten Bewegungserscheinungen eine in allmählichem Verschwinden begriffene, der gegenwärtigen Entwicklungsphase der Sonne eigenthümliche Erscheinung sein können.

Bezüglich der Periodicität der Sonnenflecken neigt Wilsing zunächst der Ansicht zu, dafs die Ursache dieses Phänomens nicht in einer Einwirkung der Planeten, wie u. a. neuerdings wieder Sellmeier nachweisen zu können glaubte[3]), sondern in inneren, in der Constitution der Sonne selbst begründeten Vorgängen zu suchen sei. Wilsing legt sich nun im besonderen die Entstehung der Fleckenperiodicität etwa in folgender Weise zurecht: Aehnlich, wie auf der Erde nach G. H. Darwin Veränderungen der Massenvertheilung eine Störung der Coincidenz von Umdrehungs- und Symmetrie-Axe und im Gefolge davon Spannungen herbeiführen, welche zu gewissen Perioden, sobald eine bestimmte Grenze überschritten ist, durch Erdbeben eine Ausgleichung finden, — so können auch auf der Sonne Massenverschiebungen, etwa eine nicht vollkommen symmetrische Zusammenziehung durch Abkühlung, analoge Gleichgewichtsstörungen nach sich ziehen, deren Ausgleich durch den Reibungswiderstand eine Zeit lang verzögert werden kann, bis schliefslich eine verhältnifsmäfsig plötzlich einsetzende Wiederherstellung des Gleichgewichts erfolgt, die sich uns durch das Auftreten zahlreicher Flecken und Protuberanzen bemerklich macht. Das charakteristische schnelle Anwachsen der Fleckenhäufigkeit bald nach dem Minimum, sowie die sprungartige Verlegung der Zone gröfster Häufigkeit vom Aequator nach den Polen zu, kann von diesem Standpunkte aus nicht befremden. Auch die gröfseren oder geringeren Unregelmäfsigkeiten, welche sich in der Dauer der einzelnen Perioden zeigen, sind bei dem Wilsingschen Erklärungsversuch von vorn herein zu erwarten. Schliefslich sind offenbar die Beziehungen zwischen der Fleckenhäufigkeit und dem Erdmagnetismus leichter verständlich, wenn den

[3]) Vgl. Himmel und Erde II. S. 347.

an der Oberfläche sichtbaren Vorgängen ein das Innere des Sonnenkörpers erfassender Bewegungszustand substituirt wird, als wenn die Fleckenbildungen nur fluthähnlichen Erscheinungen der äufsersten Oberflächenschichten ihre Entstehung verdankten.

Am Schlusse seiner Abhandlung weist Wilsing noch darauf hin, dafs Gyldén eine neue Theorie der veränderlichen Sterne gleichfalls auf die Annahme einer relativen Bewegung der Umdrehungsaxe und Hauptträgheitsaxe gegründet hat. Da nun die Sonne wegen ihrer periodisch wechselnden Fleckenzahl als ein schwach veränderlicher Stern aufzufassen ist, so befindet sich Wilsings Hypothese also in voller Uebereinstimmung mit den Untersuchungen Gyldéns.

F. Kbr.



Neue Bestimmung der Umlaufszeit des Siriusbegleiters. In neuerer Zeit sind mehrfache Versuche gemacht worden, die Umlaufszeit des durch Alvan Clarks Entdeckung (1862) berühmt gewordenen Sternchens zu bestimmen, deren dasselbe zur Zurücklegung eines vollen Umlaufs um den hellleuchtenden Sirius bedürfen wird. Plummer hatte 1881 gezeigt, dafs die seit 1862 gemachten Messungen der Distanzen und Positionswinkel die Annahme einer beträchtlichen Umlaufszeit (bis zu 442 Jahren) vertragen, die wahre Dauer der letzteren aber wahrscheinlich nur weniger als 50 Jahre betragen dürfte. Die letzten beiden Rechnungen über die Bahn des Begleiters, von Gore (1889) und Howard (1890) gaben in der That $58^1/_2$ resp. 57 Jahre Umlaufszeit. Neuestens hat der bekannte Doppelsternentdecker S. W. Burnham abermals einen Versuch in dieser Hinsicht unternommen, indem er aus allen Messungen seit 1862 bis 1890 für jedes Beobachtungsjahr eine der Rechnung zu Grunde zu legende Beobachtung ableitete. Um unseren Lesern einen Begriff von der bisherigen Bewegung des Siriusbegleiters zu geben, setzen wir von den gemessenen Positionswinkeln und Distanzen einige der Werthe von fünf zu fünf Jahren hier an:

	Posit. W.	Distanz.		Posit. W.	Distanz.
1862	85 Grad	10 Bog. Sek.	1877	53 Grad	11 Bog. Sek.
1867	73 „	10.7 „ „	1882	43 „	9.5 „ „
1872	62 „	11.3 „ „	1887	24 „	6.8 „ „

Bis 1890 hat demnach der Begleiter fast ein Viertel (90 Grad) der scheinbaren Bahn zurückgelegt. Burnham schliefst auf eine Umlaufszeit von 53 Jahren. Der Begleiter wird sich dem Sirius noch weiter als bisher nähern und seine kürzeste Entfernung (2.4 Bog.-

Sek.) zwischen 1892—95 erreichen. Da bis dahin auch die Bewegung in der Bahn selbst sich steigert, wird der Begleiter um 1894 schon einen halben Umlauf (180°) zurückgelegt haben und es wird dann die Bestimmung seiner wahren Bahn mit weit mehr Sicherheit als bisher möglich werden. Freilich werden mit dieser Annäherung auch die Messungen der Stellung des an sich zwar gar nicht so kleinen, aber in dem Glanze des hellen Sirius sich verlierenden Begleitsternes desto schwieriger, und jene entscheidenden Messungen auszuführen dürfte wohl nur den allergröfsten Fernrohren und wahrscheinlich am allermeisten dem 37-Zöller der Lick-Sternwarte zufallen. Sind einmal die Elemente der Bahn des Begleiters bekannt, so wird sich auch die sehr interessante Frage entscheiden lassen, ob der Begleiter allein die Ursache der gestörten Bewegung des Sirius ist oder ob etwa noch andere, bisher nicht gesehene Körper bei dessen Bewegung mit im Spiele sind. *



Muthmafslich variabler Nebelfleck. Die Frage, ob Nebelflecke immer mit derselben Lichtstärke leuchten oder ob sich manche derselben ähnlich wie die variablen Sterne verhalten, d. h. innerhalb gewisser Perioden ihre Helligkeit wechseln, gehört der Zukunft an. Bis jetzt sind aus der sehr grofsen Zahl von Nebeln nur einige wenige mit hinreichender Begründung als muthmafslich variable (von Winnecke, Hind u. e. a.) bezeichnet worden. Zu diesen der Variabilität verdächtigen Objekten gesellt sich nach einer Mittheilung eines Beobachters der Pariser Sternwarte, Bigourdan, ein nicht weit von dem bekannten veränderlichen Sterne Algol stehender Nebel (bei AR = 2h 58m, D = + 42° 29'). Dieser Nebel ist 1785 von W. Herschel mit dem 21füfsigen Telescope entdeckt, wurde 1831 vom jüngeren Herschel deutlich als Stern 14. Gr. mit Nebelhülle gesehen, konnte aber 1854 und 1864 mit Rosses Telescop nicht aufgefunden, und ferner 1863 von D'Arrest mit dem 11-zölligen Fernrohre der Kopenhagener Sternwarte nicht konstatirt werden. Bigourdan hat am 31. Januar und 26. Februar l. J. das Objekt mit dem 11-Zöller des Pariser Observatoriums deutlich als Stern 12. Grösse mit fächerförmig gestalteter Nebelhülle ohne Schwierigkeiten erkannt. Weitere Beobachtungen werden entscheiden, ob der Nebel in der That von Zeit zu Zeit seine Helligkeit ändert. *



Ueber die Genauigkeit astronomischer Zahlenangaben.

Die Zeitschrift der neu begründeten British Astronomical Association, welche bekanntlich dieselben Zwecke verfolgt, wie die vor kurzem in Berlin ins Leben gerufene Vereinigung von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik, bringt in ihrer letzten Aprilnummer eine bemerkenswerthe Mittheilung von Edwin Holmes, überschrieben „Accuracy or Jnaccuracy". In derselben wird mit vielem Recht die nur auf Rechnungsergebnissen beruhende übertriebene Genauigkeit oder besser gesagt Pedanterie in Zahlenangaben gerügt. So zitirt der Verfasser Autoritäten, welche den Durchmesser des Uranus zu 33836 englischen Meilen, den des Neptun zu 38133 miles angeben, während andere Autoritäten für diese Zahlen rund 28500 und 27000, in letzterem Falle also Uranus sogar gröſser als Neptun setzen (Neison). Er macht dabei darauf aufmerksam, dass 0".1 aus der Entfernung des Uranus 900, aus der des Neptun 1400 miles entspricht. Die Höhe der Mondberge wird in vielen Werken bis auf einen Fuſs genau angegeben. Der Autor erlaubt sich, bei diesen Gelegenheiten anzufragen, ob wohl die Höhe einer englischen Kirche bis auf einen Fuſs genau bestimmt wäre. Endlich führt er Messungen der Distanz und des Positionswinkels von Doppelsternen an, deren erstere bis auf Tausendstel Bogensekunden angegeben sind, während die einzelnen Beobachter um mehrere Zehntelsekunden von einander abweichende Resultate für denselben Stern finden. Aehnliches wird entsprechend bekanntlich beim Positionswinkel gefunden.

Referent stimmt nun völlig mit dem Verfasser darin überein, daſs diese Pedanterie in Zahlenangaben, wie sie oft in populären Astronomien und Zeitschriften den denkenden Laien vorgelegt werden, nur dazu angethan sein kann, unsere erhabene Wissenschaft bei den letzteren in Miſskredit zu bringen, wenn verschiedene Autoren, wie es in den meisten Fällen stattfinden wird, sehr verschiedene betreffende Werthe angeben. Der Laie ist nur in den seltensten Fällen im stande, die Ursachen der noch herrschenden Unsicherheit über gewisse Angaben zu erkennen und zu beurtheilen und geräth deshalb leicht angesichts jener Differenzen auch betreffs der absoluten Sicherheit der theoretischen Untersuchungen, auf welchen diese Resultate beruhen, ins Schwanken, da er nicht zu übersehen vermag, wie weit an diesen Differenzen jene theoretischen Schlüsse oder die Unvollkommenheit menschlicher Beobachtungskunst schuldig ist.

Die Resultate seiner direkten Messungen muſs jedoch der Astronom in den für Fachleute bestimmten Werken oder Zeitschriften stets mit

möglichster Genauigkeit wiedergeben, wobei er indefs niemals unterlassen sollte, den aus der mangelnden Uebereinstimmung seiner Messungsresultate erfolgenden Fehler jedes Resultates mit anzugeben, wie es in den meisten Fällen ja auch geschieht. Betreffs der Angaben über Positionswinkel und Distanzen von Doppelsternen können wir also mit Herrn Holmes nur in so weit übereinstimmen, als es ganz zwecklos, ja gefährlich ist, in populären Werken etc. die genauen von den betreffenden Astronomen gefundenen Werthe zu wiederholen. Für die Wissenschaft aber sind diese durchaus nothwendig, weil eben nur aus den Differenzen dieser Angaben die persönlichen Fehler jedes Astronomen ermittelt und aus dem Schlufsresultat nach bestem Wissen entfernt werden können.

Durchaus unzulässig erachten wir es dagegen, überhaupt genaue Zahlenangaben für astronomische Objekte in irdischen nicht absoluten Mafseinheiten, Meilen, Kilometern, Fufs zu machen, weil hier aufser den Fehlern der direkten Messung noch sehr verwickelte andere Fehlerquellen (Sonnenparallaxe, Basismessungen) hinzukommen, welche das Resultat fälschen. Aufserdem haben diese Angaben in irdischen Mafseinheiten nur Interesse für den Laien und dieses geht wieder in keinem Falle so weit, dafs er etwa den Durchmesser der Planeten auf wenige Kilometer oder die Höhe der Mondberge auf einige Fufs genau wissen möchte. Der Laie will eben nur allgemeine Anhaltspunkte, Verhältnifszahlen, die er leicht behalten und aus denen er sich ein ungefähres Bild über die Gröfse der betreffenden Gegenstände entwickeln kann. Diese sehr genauen Angaben erregen höchstens seine Bewunderung wegen der Genauigkeit selbst, welche in den Angaben über die Bewegung der Gestirne, also in den über den Eintritt von Sonnen- und Mondfinsternissen etc. mit vollem Rechte diese Bewunderung herausfordert, während in den hier ins Auge gefafsten Fällen der Laie direkt getäuscht wird, weil eben hier die Genauigkeit unserer Kenntnisse eine bei weitem geringere ist.

Dafs die Astronomen oder die populären Schriftsteller, welche solche Angaben kritiklos machen, unserer hohen Wissenschaft einen sehr schlimmen Dienst erweisen, liegt auf der Hand. Es mag deshalb hier noch einmal darauf hingewiesen werden, dafs es nothwendig ist, in populären Schriften nur abgerundete Zahlen zu geben und diese Abrundung mit grofser Sorgfalt und Sachkenntnifs derart vorzunehmen, dafs spätere Beobachtungsresultate voraussichtlich diese abgerundeten Zahlen nicht mehr verändern werden. Oft hat man solche ungefähre Angaben für wissenschaftliche Unsoliditäten erklärt,

während sie durchaus im Gegentheil Resultate einer höheren Kritik sind. M.



Der diesjährige internationale astrophotographische Kongrefs tagte vom 31. März bis 4. April auf der Pariser Sternwarte. Die dabei stattgehabten umfangreichen Berathungen betrafen wesentlich technische Spezialfragen über die vortheilhaftesten bei der Ausführung der einzelnen Platten zu befolgenden Methoden. In Anbetracht der verschiedenen dabei zu Tage getretenen Auffassungen hat man, da doch die ganze Aufgabe sich noch im Versuchsstadium befindet und eine definitive Beurtheilung mancher Methoden daher noch nicht möglich erschien, sich entschlossen, den einzelnen Sternwarten bei ihren Arbeiten im Detail eine gewisse Freiheit zu lassen und nur das zu erreichende Ziel nach gemeinsamem Plane festzustellen. Abgesehen von Südamerika, wo der Ausbruch politischer Wirren vorläufig eine ruhige wissenschaftliche Thätigkeit unmöglich machen dürfte, wird an allen betheiligten Stationen in diesem Sommer mit der Ausführung der Arbeit begonnen werden.

Während der Kongrefstage wurde auf der Pariser Sternwarte auch das neu erbaute grofse „Equatorial coudé“[1]) eingeweiht, dessen Objectiv einen Durchmesser von 0,60 m und eine Brennweite von 18 m besitzt. Der Beobachter sitzt in einer Höhe von 15 m im Innern eines Thurmes, welcher die oberen Theile des Fernrohrs umschliefst, während dessen unterer Theil und vor allem der 4 m lange senkrecht zur Polaxe stehende „Ellbogen“ sich im Freien befindet und nur beim Nichtgebrauch durch ein auf Schienen laufendes Gehäuse geschützt wird. Von dem älteren Equatorial coudé unterscheidet sich dieses neukonstruirte, abgesehen von den Dimensionen, besonders dadurch, dafs das Objectiv in dem beweglichen Arme angebracht ist, während es früher am Grunde der Polaxe in völliger Ruhe festgelegt war. Auch hat das neue Instrument neben dem für direkte Beobachtung dienenden Objektiv ein für photographische Zwecke bestimmtes, bei welchem die chemisch wirksamen Strahlen zu möglichst vollkommener Vereinigung gebracht sind. Man darf gewifs auf die Leistungen dieses neuen Riesenfernrohres, dessen Gesamtkosten sich auf 400000 Fr. belaufen, sehr gespannt sein. — Wie die Zeitschrift „L'Astronomie“ mittheilt, sind Instrumente gleicher Konstruktion bis jetzt aufser in Paris

[1]) Vgl. „Himmel und Erde“, Jahrg. II. S. 573 f.

auch schon in Lyon, Besançon, Algier, Wien und Nizza aufgestellt worden. F. Kbr.



Die Beobachtung des Merkurdurchganges am 9. Mai ist im allgemeinen vom Wetter begünstigt gewesen, wie aus den in den „Astron. Nachr.“ veröffentlichten Berichten mehrerer mitteleuropäischer Sternwarten hervorgeht. Der Austritt des Planeten hat sich nach den vorliegenden Beobachtungen gegen die Vorausberechnung im Berliner astronomischen Jahrbuch um etwa eine Minute verfrüht. Fast überall hat sich wiederum die Erscheinung einer Tropfenbildung[1]) gezeigt, welche $^1/_6$—4 Minuten vor der eigentlichen inneren Berührung eine Verbindung zwischen Merkur und Sonnenrand herstellte. In Heidelberg konnten aufserdem die Herren Wolf und Staus beim Austritt den Rand des Merkur auch aufserhalb der Sonnenscheibe wahrnehmen, was auf eine Lichtbrechung in der Atmosphäre des Planeten schliefsen läfst. F. Kbr.



Erscheinungen am Sternenhimmel vom 15. Juli bis 15. August.
(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Sonne und Mond.

Sonnenauf- und Untergang: 1. August $4^h\ 20^m$ Mg., $7^h\ 51^m$ Ab., 15. August $4^h\ 43^m$ Mg., $7^h\ 24^m$ Ab. — Abnahme der Tageslänge: $1^h\ 38^m$

Zeitgleichung und Sternzeit im mittleren Mittage:

	Zeitgleichung	Sternzeit		Zeitgleichung	Sternzeit
10. Juli	+ 5^m 4^s	7^h 12^m 21^s	30. Juli	+ 6^m 12^s	8^h 31^m 12^s
14. „	+ 5 35	7 28 7	3. Aug.	+ 5 59	8 46 58
18. „	+ 5 58	7 43 53	7. „	+ 5 36	9 2 44
22. „	+ 6 12	7 59 39	11. „	+ 5 3	9 18 31
26. „	+ 6 17	8 15 26			

Die Beträge der Zeitgleichung sind zu den Angaben wahrer Zeit zu addiren, um mittlere Zeit zu erhalten, oder von letzterer zu subtrahiren, um wahre Zeit zu bekommen. Die Werthe der Sternzeit an Tagen, für welche sie hier nicht angegeben sind, erhält man durch Addition von $3^m\ 56{,}6^s$ pro Tag.

Scheinbarer Durchmesser und Entfernung der Sonne und des Mondes von der Erde:

Sonne	Entfernung v. d. Erde	Durchm.	Mond	Entfernung	Durchm.
1. Aug.	20,338 000 Meil.	31' 34"	1. Aug.	52,610 Meil.	30' 39"
15. „	20,292 000 „	31 39	15. „	51,260 „	31 28

---

1) Siehe S. 335.

Auf- und Untergang des Mondes.

		Aufgang	Untergang
21. Juli	Vollmond	8h 49m Ab.	3h 5m Mg.
23. „	Erdnähe	9 46 „	5 57 „
28. „	Letztes Viertel	11 8 „	1 13 Nm.
4. Aug.	Neumond	3 27 Mg.	8 17 Ab.
8. „	Erdferne	8 12 „	9 20 „
12. „	Erstes Viertel	0 54 Nm.	10 12 „

2. Die Planeten.

Merkur ist nach Sonnenuntergang auf kurze Zeit sichtbar. Am 15. Aug. gröfste Entfernung von der Sonne.

	Auf- und Untergang[1]		Entfernung von der Erde
15. Juli	4h 30m Mg.	9h 0m Ab.	26,270 000 Meilen
1. Aug.	6 30 „	8 45 „	22,650 000 „
15. „	7 30 „	8 0 „	18,740 000 „

Venus vor Sonnenaufgang beobachtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Juli	2h 30m Mg.	7h 15m Ab.	32,480 000 Meilen
1. Aug.	3 0 „	7 15 „	33,470 000 „
15. „	3 45 „	7 15 „	34,040 000 „

Mars steht nahe der Sonne und ist unsichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Juli	4h 15m Mg.	8h 30m Ab.	53,070 000 Meilen
1. Aug.	4 15 „	8 0 „	53,360 000 „
15. „	4 15 „	7 30 „	53,330 000 „

Jupiter kann die ganze Nacht beobachtet werden; er steht im Wassermann.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Juli	10h 15m Ab.	9h 15m Vm.	86,970 000 Meilen
1. Aug.	9 0 „	8 15 „	83,130 000 „
15. „	8 0 „	7 0 „	82,800 000 „

Saturn ist am Abendhimmel in den ersten Abendstunden noch sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Juli	8h 45m Mg.	10h 15m Ab.	200,470 000 Meilen
1. Aug.	7 45 „	9 15 „	204,370 000 „
15. „	7 0 „	8 15 „	206,740 000 „

Uranus, nordöstlich von Spica (Jungfrau) culminirt um 5h Nachm.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Juli	1h 0m Nm.	11h 15m Ab.	368,400 000 Meilen
1. Aug.	12 0 Mitt.	10 15 „	374,100 000 „
15. „	11 0 Vm.	9 15 „	378,500 000 „

Neptun, fast 4 Grad nördlich von Aldebaran im Stier, wird nach Mitternacht beobachtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Juli	1h 0m Mg.	5h 0m Nm.	612,300 000 Meilen
1. Aug.	11 50 Ab.	4 0 „	607,700 000 „
15. „	11 0 „	3 0 „	603,400 000 „

[1]) Die Zeiten der Auf- und Untergänge werden hier, für den praktischen Gebrauch hinreichend, nur auf Viertelstunden angegeben.

Orte der Planeten:

	Venus		Mars		Jupiter		Saturn	
	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.
12. Juli	$6^h\ 6^m$	$+23°10'$	$7^h\ 50^m$	$+22°\ 9'$	$23^h\ 18^m$	$-5°56'$	$11^h\ 1^m$	$+8°22'$
17. „	6 32	+23 10	8 4	+21 32	23 17	−6 0	11 3	+8 10
22. „	6 59	+22 54	8 17	+20 51	23 17	−6 6	11 5	+7 59
27. „	7 25	+22 21	8 30	+20 7	23 15	−6 13	11 7	+7 46
1. Aug.	7 51	+21 31	8 44	+19 19	23 14	−6 23	11 9	+7 33
6. „	8 17	+20 26	8 57	+18 28	23 13	−6 34	11 11	+7 20
11. „	8 43	+19 6	9 10	+17 33	23 11	−6 46	11 13	+7 7

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

19. Juli	III. Trabant.	Verfinsterungseintritt	$2^h\ 46^m$	Mg.
22. „	I.	„	„	2 28	„
29. „	I.	„	„	4 22	„
29. „	II.	„	„	11 59	Ab.
30. „	I.	„	„	10 51	„
6. Aug.	II.	„	„	2 34	Mg.
7. „	I.	„	„	0 46	„
14. „	I.	„	„	2 40	„

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(für Berlin sichtbar.)

	Gröfse	Eintritt	Austritt
1. Aug. * 132 Tauri	5.4^m	$0^h\ 34^m$ Mg.	$1^h\ 22^m$ Mg.

5. Orientirung am Sternenhimmel.

Im Juli-August sind um 9^h Abends in Culmination: Ophiuchus, Hercules, Schütze und Drache, westlich vom Meridian stehen Schlange, Bootes, grofser Bär, im Untergange befindet sich das Sternbild der Jungfrau; östlich sind Leyer, Schwan, Fuchs, Adler, Cepheus, Pegasus, im Aufgange begriffen sind Wassermann und Fische. Spica geht vor 10^h unter, Arctur um 1^h Mg., Wega bleibt bis zum Morgen sichtbar, Aldebaran im Stier geht erst nach Mitternacht auf. — Die Culminationszeiten der hellsten Sterne zwischen 8^h Ab. bis 4^h Mg. sind in folgender Tabelle gegeben:

Culminirende Sterne	Helligkeit	Culmination am 24. Juli	Culmination am 1. Aug.	Culmination am 8. Aug.	Culmination am 15. Aug.
α Ophiuchi	2.0^m	$9^h\ 21^m$ Ab.	$8^h\ 50^m$ Ab.	$8^h\ 22^m$ Ab.	$7^h\ 55^m$ Ab.
α Lyrae (Wega)	1	10 25 „	9 53 „	9 25 „	8 58 „
α Aquilae (Atair)	1.3	11 36 „	11 4 „	10 38 „	10 10 „
γ Cygni	2.4	0 9 Mg.	11 37 „	11 10 „	10 43 „
α Cygni (Deneb.)	1.6	0 28 „	11 56 „	11 29 „	11 1 „
ε Pegasi	2.3	1 29 „	0 58 Mg.	0 30 Mg.	0 2 Mg.
β Pegasi	2.4	2 49 „	2 17 „	1 50 „	1 22 „
α Andromedae (Sirrah)	2.0	3 52 „	3 22 „	2 54 „	2 26 „
γ Cassiopejae	2.0	4 40 „	4 8 „	3 40 „	3 14 „

6. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1891 Rectas.			Declin.	
S Piscium	2. August	8.9^m	13^m	1^h	11^m	52^s	+ 8°	21'4
S Leonis	19. Juli	9—10	13	11	5	13	+ 6	3.4
S Ursae maj.	24. „	8	10.5	12	39	11	+ 61	41.4
R Bootis	22. „	6—7	11—12	14	32	23	+ 27	12.7
V Coronae	31. „	7.8	12	15	45	38	+ 39	53.9
X Scorpii	22. „	10	?	16	2	8	— 21	14.4
S Scorpii	8. August	9	12	16	11	10	— 22	37.8
χ Cygni	31. Juli	5.6	12	19	46	24	+ 32	38.4

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

U Cephei . . 20. Juli, 25., 30., 4. August, 9., 14. Mg.
U Coronae . . 18. Juli Nm., 25. Nm., 1. August Vm., 8. Mg., 15. Mg.
δ Librae . . 18. Juli Ab., 23. Nm., 28. Mg., 1. August Ab., 6. Nm., 11. Mg.
Algol . . . 19. Juli Ab., 25. Nm., 31. Mg., 6. August Mg., 11. Ab.

c) Minima Veränderlicher kurzer Periode.

T Monocerotis 17. Juli, 13. August.
U Monocerotis 26. Juli.

7. Meteore.

Die δ-Aquariden (Ausgangspunkt bei AR = 339°, D = —12°) erreichen ihr Maximum am 28. Juli. Die Perseiden (bei AR = 46°, D = +57°) beginnen nach Mitte Juli allmählich stärker aufzutreten und erreichen die lebhafteste Strömung am 10. August.

8. Nachrichten über Kometen.

Der Wolfsche Komet ist, wie sich nach einer Meldung von der Wiener Sternwarte herausstellt, daselbst um 3 Tage früher als auf der Lick-Sternwarte, und zwar vom Assistenten Spitaler aufgefunden worden. — Für den Herbst wird die Rückkehr eines Kometen von kurzer periodischer Umlaufszeit erwartet, jene des dritten Kometen von 1869 (Tempels Komet). Das Gestirn wird Mitte November seine Sonnennähe erreichen und gegen Ende November am hellsten werden. Um diese Zeit eilt der Komet aus dem Sternbild des Pegasus mit nördlicher Bewegung in jenes der Andromeda.





Die Erde und die Erscheinungen ihrer Oberfläche nach E. Reclus von Dr. Otto Ule. 2. umgearbeitete Auflage von Dr. Willi Ule. Mit zahlreichen Buntdruckkarten, Vollbildern und Textabbildungen. Braunschweig, Otto Salle, 1891 (in 15 Lieferungen zu 60 Pf.)

Das vorliegende Werk knüpft sich an einen Namen, welcher weit und breit bekannt ist. Nicht allein als Naturforscher ist Otto Ule hochzuachten, sondern auch insbesondere aus dem Grunde, weil er mit unermüdlichem Eifer und seltener Begeisterung für die Wissenschaft stets bestrebt war, die Errungenschaften der Wissenschaft den breitesten Schichten unverfälscht zugänglich zu machen, wobei ihm seine klare, einfache und doch sehr anziehende Schreibweise in hohem Grade zu statten kam. Wir freuen uns aufrichtig darüber, dafs sein Sohn, Willi Ule, die Arbeiten des Vaters wieder aufgenommen hat, und zwar zunächst dadurch, dafs er das in weitesten Kreisen des Publikums bekannte Hauptwerk, die Erde, einer Neubearbeitung unterzog. Dieses Werk fafst die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, die unsere Erde bietet, zu einem grofsen Ganzen zusammen, in welchem die Wechselwirkung der Naturkräfte in ihrem Schaffen an dem Gesamtbau der Erdrinde, an der Umgestaltung der Länder und der Ozeane, an der Geschichte des Bodens und seiner Lebensweise sowie die Stellung der Menschen zur Umgestaltung der Erdoberfläche in anschaulicher, lichtvoller Weise geschildert werden.

Seit Herausgabe dieses Buches, welches sich dem Werke des französischen Geographen Reclus „La terre“ anlehnt, haben die neueren Forschungen manche neuen Thatsachen festgestellt und sind manche alten Ansichten verändert oder durch neue ersetzt worden, so dafs eine mehr oder weniger vollständige Umarbeitung dieses Buches durchaus nothwendig erschien. Diese Umarbeitung im Geiste der neuesten Forschungen hat W. Ule unternommen und die bereits erschienene erste Lieferung spricht dafür, dafs dieses mit Erfolg geschehen ist. Wir können es nur billigen, dafs Form und Inhalt der Darstellung überall beibehalten ist, wo es eben angängig war, so dafs der Geist, der jenes Buch durchweht, derselbe geblieben ist: überall Klarheit, Lebhaftigkeit der Schilderung und Anregung zum Nachdenken.

Das Buch wird in 15 vierzehntägigen Lieferungen erscheinen, so dafs das ganze Werk im Oktober fertiggestellt sein wird. Um einen wohlfeileren Preis zu ermöglichen und so dem Buche eine allseitigere Verbreitung auch bei weniger Bemittelten zu verschaffen, soll die erste Ausgabe, welche zwei starke Bände umfafst, gekürzt werden, indem gewisse, der ersten Auflage anhaftende Breiten in der Darstellung beseitigt werden. Die Abbildungen werden vielfach neu gezeichnet und nach dem jetzigen Stande der Technik ausgeführt, insbesondere sollen alle Karten durch neue ersetzt werden.

Der Inhalt des Buches umfafst folgende Hauptgruppen:

1. Das feste Land: Die Erde als Planet (die Erde im Weltenraume, die Urzeiten der Erde); die Kontinente (Harmonien und Kontraste, die Flachländer, die Gebirge); die Gewässer (die Gletscher, die Quellen, die Flüsse, die Seen);

die Gewalten im Erdinnern (die Vulkane, die Erdbeben, langsame Hebungen und Senkungen des Bodens, der Erdmagnetismus, die Polarlichter).

2. Der Ozean und die Atmosphäre: der Ozean und seine Erscheinungen (das Wasser des Meeres, die Meeresströmungen, Ebbe und Fluth, die Küsten und Inseln); die Atmosphäre und ihre Erscheinungen (Luftdruck und Winde, Wolken und Regen, Wärmeverhältnisse der Luft, die Klimate.

3. Das Leben auf der Erde: Das Pflanzen- und Thierleben der Erde (Abhängigkeit der Pflanzen von den natürlichen Bedingungen, die Floren und Pflanzenregionen, Abhängigkeit der Thiere von den natürlichen Bedingungen, Geographische Verbreitung der Thiere); der Mensch (Einflufs der Natur auf den Menschen, die ländergestaltende Arbeit des Menschen).

Wir bemerken hierbei noch, dafs die Ausstattung des Buches seitens des Verlegers eine ganz vorzügliche ist, obgleich der Preis des Buches als ein mäfsiger bezeichnet werden kann.

Wir empfehlen das vorliegende Buch angelegentlichst allen denen, welche sich für Erdkunde und, was mit dieser zusammenhängt, interessiren, überall werden sie in demselben Belehrung und Anregung finden. Wir wünschen im Interesse der Sache aufrichtig, dafs dieses Buch eine recht grofse Verbreitung finden möge. W. J. van Bebber.



Adolph Steinheil und Ernst Voit. Handbuch der angewandten Optik. I. Band. Leipzig B. G. Teubner 1891. Mit Figuren und 7 Tafeln. IV u. 314 Seiten.

Von Praktikern für Praktiker geschrieben, dürfte dieses auf drei Bände berechnete Handbuch ein umfassendes und unentbehrliches Lehr- und Hilfsbuch für alle diejenigen sein, welche sich mit der Herstellung optischer Instrumente befassen, und sich nicht damit begnügen, gestützt auf ihre „Erfahrungen" mittelst vielfachen Probirens ihre Instrumente bis zu der geforderten Leistung zu bringen, sondern welche eine genaue Berechnung nach wissenschaftlichen Grundsätzen und eine zahlenmäfsig bestimmte Darstellung der Leistungen ihrer Instrumente vorziehen.

Mit Hilfe der grundlegenden Arbeiten der grofsen Theoretiker auf dem Gebiete der Dioptrik ist dem ausübenden Optiker hier die Möglichkeit gegeben, optische Systeme mit wissenschaftlicher Strenge für jeden geforderten Fall der Leistungsfähigkeit zu berechnen, resp. gegebene Systeme auf ihre Leistungen, besonders auf die Eigenschaften der erzeugten Bilder zu untersuchen. Dazu werden alle mathematischen Hilfsmittel geboten, wobei nicht mehr als die Kenntnifs der Trigonometrie vorausgesetzt wird; bequeme Zusammenstellungen der zahlreichen und umfangreichen Formeln und ausführliche Durchrechnung einer grofsen Anzahl praktischer Beispiele lassen den Studirenden — denn mit blofsem „Lesen" ist hier nichts auszurichten — für jeden vorkommenden Fall weitere Anleitung finden.

Dafs alles Erforderliche in zweckmäfsigster Form vorhanden ist, dafür bürgt der Name des ersten Autors, der das seit vielen Decennien berühmte optische Institut C. A. Steinheil Söhne leitet. Band I. enthält die allgemeinen Voraussetzungen für die Berechnung optischer Systeme und Anwendung auf einfache und achromatische Linsen. Band II. soll die Verwerthung der gewonnenen Resultate zur Berechnung zusammengesetzter optischer Systeme enthalten, während in Band III. die Prüfung des optischen Effects ausgeführter Instrumente gelehrt werden wird.

Aufserdem enthält Band I. noch den Neudruck zweier wichtiger optischer Abhandlungen von C. A. v. Steinheil und A. v. Seidel.

Dr. Ernst Wagner.



Gustav Kirchhoff, Vorlesungen über mathematische Optik, herausg. von Kurt Hensel, Leipzig 1891. Verlag von B. G. Teubner.

Als Gustav Kirchhoff vor einigen Jahren zum Schmerze seiner vielen Bewunderer und Zuhörer der Berliner Universität durch den Tod entrissen wurde, entstand sogleich im Kreise derselben der lebhafte Wunsch, die Vorlesungen über mathematische Physik (Optik, Magnetismus und Wärmetheorie), welche sich der bereits erschienenen Vorlesung über die theoretische Mechanik anlehnen, durch Druck der Oeffentlichkeit zugänglich zu machen. Unter Benutzung einiger Aufzeichnungen Kirchhoffs und einer beträchtlichen Anzahl von Ausarbeitungen und Nachschriften der Schüler desselben hat sich Dr. Kurt Hensel, Privatdozent an der Universität Berlin, dieser dankenswerthen Aufgabe unterzogen und zunächst die Herausgabe der Vorlesungen über mathematische Optik besorgt. Der Herausgeber hat sich dabei, soweit es anging, streng an den Wortlaut Kirchhoffs gehalten, um der lichtvollen Darstellung des Meisters möglichst wenig Abbruch zu thun. In kurzer Zeit werden auch die Vorlesungen über Magnetismus und Wärme der wissenschaftlichen Welt zugänglich gemacht werden.

Schwahn.



Wildermann, Jahrbuch der Naturwissenschaften. 1890—91. Freiburg i. B., Herder'scher Verlag. Preis 6 M., geb. 7 M.

Gretschel und Bornemann, Jahrbuch der Erfindungen etc. 26. Jhrg. 1890. Leipzig, Quandt u. Händel. Preis 6 M.

Von Neuem sei bei Gelegenheit der jüngst erschienenen Bände dieser renommirten und gediegenen fortlaufenden Schriften auf dieselben aufs angelegentlichste hingewiesen. Wie bereits früher bemerkt, bieten sie in knapper Kürze eine vollständige Zusammenstellung aller Fortschritte der einschlägigen Gebiete und ergänzen dadurch aufs beste die Mängel, welche unser leider etwas zu stark entwickeltes Zeitschriftenwesen nothwendig mit sich bringen mufs. Bei dauernder gleichzeitiger Lektüre vieler Zeitschriften kann nämlich das Wissen nur schwer in harmonischer Gliederung und Ordnung seine volle Wirksamkeit entfalten, sondern läuft vielmehr Gefahr in Verwirrung zu gerathen und dadurch unter Umständen ziemlich werthloser Ballast zu werden. Es möchte dem Referenten aus diesem Grunde für den Nichtfachmann fast gerathener erscheinen, neben einer einzigen gediegenen Zeitschrift zusammenfassende Jahresberichte, wie die vorliegenden, zur Ergänzung des Wissens auf ferner liegenden Gebieten zu benützen. — Während übrigens Wildermann die Berichterstattung auf die gesamten Naturwissenschaften ausdehnt und daher etwa die Hälfte seines Buches den biologischen und anthropologischen Disziplinen widmet, beschränken sich Gretschel und Bornemann auf das anorganische Gebiet und behandeln vornehmlich Astronomie, Physik und Chemie. Eine besonders werthvolle Beigabe des vorliegenden Jahrgangs von Wildermann's Jahrbuch ist eine alphabetische Inhaltsübersicht der bis jetzt erschienenen ersten fünf Bände.

F. Körber.

Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Bilder aus der Geschichte der Astronomie von Copernicus bis Newton.

Aus einem in der Urania gehaltenen Vortrag
von **Dr. Felix Koerber.**

Am 19. Februar 1473 ward zu Thorn Nicolaus Copernicus, der Reformator der Sternkunde, geboren. Nur wenige bedeutendere Männer, wie Johann von Gmunden, Regiomontan (J. Müller) und Walther, hatten vor dieser Epoche in Deutschland die Sternkunde gepflegt und die Thätigkeit derselben war vorwiegend auf emsige Planetenbeobachtungen gerichtet gewesen. Das Zeitalter des Copernicus haben wir sonach nicht nur als das der Umwälzung der kosmischen Weltanschauung, sondern speziell auch als das der ersten Entfaltung einer deutschen, zugleich praktischen und spekulativen Astronomie zu betrachten, so dafs wir doppelte Veranlassung haben, den Lebensgang dieses einzigartigen Mannes etwas näher zu betrachten.

Obgleich der Knabe schon im neunten Lebensjahre seinen Vater, einen wackeren Bäckermeister, verlor, ward es ihm doch dank der Fürsorge eines geistlichen Oheims vergönnt, eine höhere Erziehung zu geniefsen und als Jüngling die Universität Krakau zu beziehen, wo er gleichzeitig Mathematik, Theologie und Medizin studirte, was bei dem geringen Umfange des damaligen Fachwissens ohne Gefahr der Kraftzersplitterung möglich und sogar allgemein gebräuchlich war. Im Jahre 1495 zog es aber den Lernbegierigen mit unwiderstehlicher Macht nach Italien, dem Quell der damaligen Gelehrsamkeit. Hier erst wandte er sich, angeregt durch das Studium der Handschriften des Alterthums, eingehender der Astronomie zu. Nach

der Rückkehr ins Vaterland wurde sein eifriges Streben zwar bald durch das Anerbieten einer Professur anerkannt, aber Copernicus, wie alle nicht blofs intellektuell, sondern auch sittlich wahrhaft grofsen Männer fast übertrieben bescheiden, schlug dieselbe mit dem Bemerken aus, dafs er vorläufig selbst noch lernen müsse. Kurz darauf nahm er dagegen das auf Verwendung seines Oheims ihm angetragene Canonicat zu Frauenburg am frischen Haff an, eine hochangesehene geistliche Würdenstelle, die ihm Ruhe und Mufse genug zur Fortsetzung seiner ernsten Studien zu bieten versprach. Bis zum Tode, d. h. mehr als vier Jahrzehnte lang, übte hier der abgesehen von



Fig. 1. **Nicolaus Copernicus.**

einigen Fachgenossen kaum über den Bezirk seines Wohnsitzes hinaus gekannte Mann eine sehr vielseitige geistliche, ärztliche und sogar auch technische Thätigkeit aus, neben der ganz im Stillen die so folgenschweren astronomischen Untersuchungen ihren stetigen Fortgang nahmen. Die friedlich weltabgeschlossene Lage des freundlichen, kleinen Oertchens Frauenburg mufste ja einem Manne, in dessen Kopfe eine neue Weltauffassung sich entwickelte, hochwillkommen sein, und wir brauchen uns nicht darüber zu wundern, dafs er sich in der That zufrieden fühlte, fern vom Geräusch der Welt die gewaltige Frucht seines Forschens ruhig zur Reife bringen zu können. Erst am Abende dieses stillbeglückten Forscherlebens ward nach rastlosem Arbeiten das grofse Werk vollendet, in welchem die weltbewegende neue Lehre verkündet

und auch ausführlich begründet wurde. Anfangs hatte Copernicus gar nicht die Absicht, diese seine „sechs Bücher über die himmlischen Bewegungen“ drucken zu lassen, vielmehr wollte er sie nur in einigen Abschriften an befreundete Fachgenossen mittheilen, da er vielleicht bereits eine unbestimmte Vorahnung hatte von den Anfechtungen, denen sie dereinst von unberufener Seite ausgesetzt werden sollten. Auf Bitten seiner Freunde entschlofs er sich aber doch schliefslich dazu, sein Werk in Nürnberg in Druck zu geben und trotz mancher durch allerlei Widerwärtigkeiten erzeugten Verzögerungen gelangte das erste fertig gedruckte Exemplar doch gerade noch kurz vor dem am

NICOLAI CO-
PERNICI TORINENSIS
DE REVOLVTIONIBVS ORBI-
um coelestium, Libri VI.

Habes in hoc opere iam recens nato, & aedito, studiose lector, Motus stellarum, tam fixarum, quàm erraticarum, cum ex ueteribus, tum etiam ex recentibus obseruationibus restitutos: & nouis insuper ac admirabilibus hypothesibus ornatos. Habes etiam Tabulas expeditissimas, ex quibus eosdem ad quoduis tempus quàm facillime calculare poteris. Igitur eme, lege, fruere.

Norimbergae apud Ioh. Petreium.
Anno M. D. XLIII.

Fig. 2.

24. Mai 1543 erfolgten Tode des greisen Verfassers in Frauenburg an, sodafs er mit dem Bewufstsein sterben konnte, dafs das Resultat seiner Lebensarbeit der Nachwelt nicht mehr verloren gehen könne. Unsere Abbildung Fig. 2 ist eine photographische Nachbildung des Titelblatts des auf der kgl. Sternwarte zu Berlin befindlichen Exemplars der Originalausgabe, während uns Figur 3 den Anfang der im Druck merkwürdiger Weise fortgelassenen Vorrede in den markigen Schriftzügen des Autors selbst vor Augen führt.[1]) Die Erde ruht nicht im Mittelpunkte des Weltalls, sondern sie dreht sich zunächst täglich einmal um sich selbst und aufserdem jährlich einmal um die

---

[1]) Letztere Abbildung ist der trefflichen Copernicus-Biographie von Prowe entnommen.

Sonne derart, dafs ihre Rotationsaxe im Raume dauernd dieselbe Richtung behält. In gleicher Weise ist aber die Sonne auch der Mittelpunkt der Bewegungen aller Planeten, von denen nur Merkur und Venus ihr näher stehen, als die Erde. Das ist die Grundlehre des neuen heliocentrischen Systems, die Copernicus durch zahlreiche Gründe wahrscheinlich machte und die dann später nicht nur allgemein anerkannt, sondern sogar mit mathematischer Strenge bewiesen worden ist. Im Einzelnen blieb freilich auch Copernicus noch

Fig. 3.

mehrfach im Irrthum. Er ging z. B. noch nicht von der Voraussetzung kreisförmiger Bahnen ab und mufste darum auch noch zu den ptolemaeischen Epicykeln zurückgehen, um Beobachtung und Theorie in genäherte Uebereinstimmung zu bringen. Immerhin aber war doch das neue System unvergleichlich einfacher, als das alte ptolemaeische und die sogenannten prutenischen (preufsischen) Planetentafeln, die auf seiner Grundlage von Reinhold berechnet wurden, verdrängten bald die älteren auf dem ptolemaeischen System fufsenden Tafeln im Gebrauch, sodafs viele anfängliche Gegner, die nicht aus Voreingenommenheit, sondern aus Vorsicht sich skeptisch verhielten,

durch die zutreffenden Resultate dieser Rechnungen bald von der Richtigkeit der neuen Lehre überzeugt wurden.

Die Astronomie begann nun mit der weiteren Verbreitung der auch in philosophischer Hinsicht so ungemein bedeutungsvollen Umgestaltung der gesammten Weltauffassung mit Riesenschritten auf der Bahn wahrer Erkenntnifs vorwärts zu gehen und sich, wenigstens hinsichtlich der Erklärung der himmlischen Bewegungen, dem Zustande der Vollendung zu nähern. —

Die bedeutendste Gelehrtengestalt, die uns in der nächsten Zeitepoche begegnet, ist der 1546, also kurz nach des Copernicus Tode geborene dänische Edelmann Tycho Brahe, der durch eine genau zur vorausberechneten Zeit eingetroffene Sonnenfinsternifs zuerst für die Astronomie begeistert wurde und sich nun ihrem Studium gegen den Willen seiner Verwandten mit grofsem Eifer und Erfolge widmete. Auf einer Reise nach Deutschland lernte er die copernicanische Lehre kennen und schätzen, doch hielten ihn später einige bei dem damaligen Stande der physikalischen Kenntnisse nicht unberechtigte Bedenken von der Anerkennung der Bewegung der Erde zurück, sodafs er es versuchte, durch Aufstellung eines eigenen Systems die Vorzüge der copernicanischen Auffassung mit der Beibehaltung einer als ruhig angenommenen Erde zu vereinigen. Dieses Tychonische System darf durchaus nicht als ein wesentlicher Rückschritt bezeichnet werden, sondern es bildete gewissermafsen eine Uebergangsstufe von der alten zur neuen Anschauungsweise, welche letztere ja erst durch die späteren Arbeiten Keplers und Galileis so weit ausgebaut werden sollte, dafs die Berechtigung der Zweifel und Einwürfe aufhörte. Nach Beendigung seiner Studienreisen unterrichtete Tycho am dänischen Königshofe, wofür er dann zum Dank die kleine Insel Hveen zum Geschenk erhielt, um dort unter staatlicher Beihilfe eine Mustersternwarte errichten zu können. So entstand denn auch bald die prächtige und weitberühmte Uraniaborg, deren Aussehen und Einrichtung unser Bild (Fig. 4) nach einem alten Kupferstich wiedergiebt. Tycho war vornehmlich ein eifriger Beobachter und verdient mit Recht den ihm von seinem Biographen Dreyer beigelegten Titel des „Reformators der Beobachtungskunst“. Am Mauerquadranten, einem damals viel gebrauchten astronomischen Meridianinstrument, bestimmte er fleifsig die Oerter von Planeten und Kometen, wie ihn uns auch Fig. 5 bei solcher Beschäftigung zeigt. Die Kometenbeobachtungen führten ihn zu der Ueberzeugung, dafs diese damals noch sehr gefürchteten Himmelserscheinungen Welt-

körper seien, die viel weiter von uns entfernt sind, als der Mond. Durch derartige Lehren indessen, die freilich dem Aberglauben der Menge ins Gesicht schlugen, zog er sich vielfache, unangenehme Anfeindungen zu, die es ihm sogar nach dem Tode seines Gönners und Königs Friedrich III. räthlich erscheinen liefsen, 1597 das Vaterland zu verlassen und sein stolzes Werk, die Uraniaborg, dem nur zu bald sie erreichenden Verfall zu opfern. Gegenwärtig ist diese erste staatlich unterhaltene Sternwarte auf germanischem Boden spurlos vom Erdboden verschwunden. Tycho fand nach Bereisung verschiedener Orte Deutschlands (vor allem besuchte er in Kassel den der Astronomie

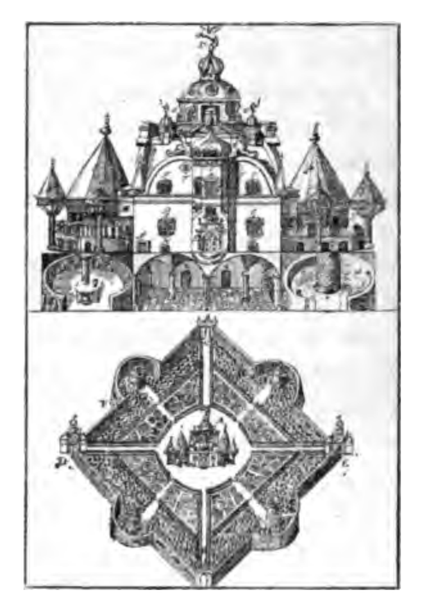


Fig. 4. **Die Uraniaborg auf Hveen.**

sehr zugethanen, gelehrten Landgraf Philipp von Hessen) schliefslich ehrenvolle Aufnahme beim Kaiser Rudolf II. Dieser gewährte ihm die Mittel zur Errichtung einer Sternwarte in Prag, auf der ihm bald der junge Kepler als Mitarbeiter beigesellt wurde. Nach wenigen Jahren ereilte Tycho indessen 1601 ein frühzeitiger Tod.

Johannes Kepler aus Weil der Stadt in Württemberg (geb. 1571) ward sein Nachfolger. Gleich Tycho war auch er ein fleifsiger Beobachter, aber sein Hauptverdienst liegt nicht auf dieser Seite, sondern in der Verwerthung des reichen, durch Tychos Fleifs zusammengebrachten Beobachtungsmaterials zu einer höchst wichtigen theoretischen Verbesserung und Vollendung der copernicanischen Lehre,

deren Richtigkeit er Tychos Zweifeln gegenüber stets mit grofser Energie verfochten hatte. An den schwer zu behandelnden Beobachtungen des Planeten Mars, unseres äufseren Nachbars, erkannte nämlich Kepler die Unzulänglichkeit der von Copernicus noch festgehaltenen Hypothese kreisförmiger Bahnen mit excentrischer Stellung



Fig. 5. **Tycho Brahe bei der Beobachtung am Mauerquadrant.**

der Sonne. Eine glückliche Idee führte ihn auf die Vermuthung elliptischer Bewegung, die sich alsbald glänzend geeignet zeigte, die Beobachtungen mit der Theorie in Einklang zu bringen. Aber weiter stellte es sich zu diesem Behufe als nothwendig heraus, eine in den verschiedenen Theilen der Bahn variirende Geschwindigkeit dem Pla-

neten zuzuschreiben, deren genauere Bestimmung viele Mühe machte, gleichwohl aber endlich durch das zweite Gesetz (der Radiusvector beschreibt in gleichen Zeiten gleiche Flächen) vollauf gelang. Im ersten Bande dieser Zeitschrift sind in dem „Versuch einer beweisführenden Darstellung des Weltsystems" von Dr. M. W. Meyer diese beiden Keplerschen Gesetze näher erläutert und veranschaulicht worden. Mit Recht gab Kepler dem Werke, in welchem diese wichtigen Gesetze bekannt gemacht werden, den Titel: „Astronomia nova". Auf dieser neuen Grundlage wurden nun auch Tafeln für die Planetenbewegung berechnet, die dem verstorbenen Gönner Kaiser



Fig. 6. **Johannes Kepler.**

Rudolph II. gewidmet, unter dem Namen der Rudolphinischen Tafeln bekannt sind und sich natürlich weit richtiger erwiesen, als die alten prutenischen Tafeln Reinholds.

Aber, nicht zufrieden mit so hervorragenden Leistungen welche die der copernicanischen Lehre noch anhaftenden Irrthümer beseitigten und den Bruch mit den antiken Vorurtheilen des Ptolemaeus vollendeten, ruhte Kepler von seinen genialen Grübeleien auch jetzt noch nicht aus; denn eine felsenfeste, wenn auch durch logische Gründe nicht leicht zu erweisende Ueberzeugung von der Existenz eines Gesetzes, das die Abstände der verschiedenen Planeten und ihre Um-

laufszeiten in irgend welcher Weise näher bestimme, trieb ihn unwiderstehlich zu den mannigfachsten Versuchen nach dieser Richtung hin. Jahrelang führten diese, übrigens schon in der Jugend einmal sehr energisch in Angriff genommenen Forschungen zwar zu keinem Ziele, aber mit nie erschlaffender Zähigkeit wurden sie dennoch fortgesetzt, bis auch hier eine Beziehung entdeckt war, welche in aller Strenge bei sämmtlichen Planeten sich nachweisen läfst und die wir gegenwärtig das dritte Keplersche Gesetz nennen. Es verhalten sich danach bei irgend zwei Planeten die Quadrate der Umlaufszeiten zu einander genau wie die dritten Potenzen ihrer mittleren Entfernungen von der Sonne, eine in mathematischer Hinsicht aufserordentlich einfache Formel. „Harmonice mundi" ward die Schrift betitelt, welche diese merkwürdige Entdeckung der Welt bekannt geben sollte; die edle Begeisterung, welche den Autor ob seines Erfolges erfüllte, geht am schönsten aus folgenden eigenen Worten der Vorrede hervor: „Endlich also habe ich ans Licht gebracht und über all mein Hoffen und Erwarten als wahr befunden, dafs die ganze Natur der Harmonien in ihrem ganzen Umfange und nach allen ihren Einzelheiten in den himmlischen Bewegungen vorhanden ist, nicht zwar auf die Weise, wie ich mir's früher gedacht, sondern auf eine ganz andere, durchaus vollkommene Weise." Und an einer anderen, auf seine Kritiker sich beziehenden Stelle heifst es: „Verzeiht Ihr, so freut mich's; zürnet Ihr, so trag ich's; hier werfe ich die Würfel und schreibe ein Buch, zu lesen der Mitwelt oder der Nachwelt gleichviel; es wird seines Lesers Jahrtausende harren, wenn Gott selbst sechs Jahrtausende den erwartet hat, der sein Werk beschauete."

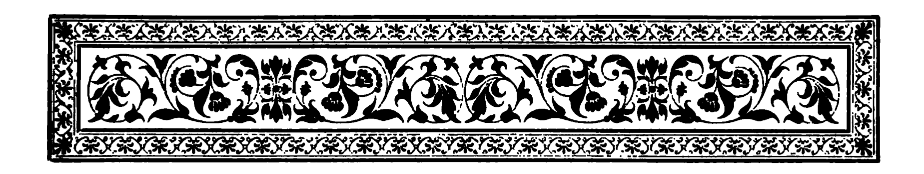
Keplers Leben war leider trotz seiner hervorragenden wissenschaftlichen Thätigkeit durch mancherlei Sorgen erheblich getrübt. Seine Mutter war in einen widerwärtigen Hexenprozess verwickelt und wurde nur durch die persönliche Vertheidigung des Sohnes unter Aufopferung eines ganzen Jahres vor dem Feuertode bewahrt. Neben diesem schweren Familienkummer bedrückten den grofsen Gelehrten aber auch arge materielle Sorgen, da durch die Wirren des 30-jährigen Krieges die Staatskassen so erschöpft waren, dafs das Gehalt jahrelang nicht ausgezahlt wurde. Als nun Kepler, um endlich einmal seine Forderungen geltend zu machen, 1630 zum Reichstag nach Regensburg reiste, ereilte den von vieler Noth und vielleicht auch allzu eifriger Arbeit aufgeriebenen Geisteshelden der Tod. Sicherlich hatten die vielen Kümmernisse an diesem frühzeitigen Hinscheiden

zum guten Theil Schuld, und in diesem Sinne, wenn auch nicht etwa wörtlich, ist das bekannte Kästnersche Epigramm richtig:

„So hoch war noch kein Sterblicher gestiegen, als Kepler stieg,
— Er starb den Hungertod —
Er wufste nur die Geister zu vergnügen,
Drum liefsen ihn die Körper ohne Brod."

(Schlufs folgt).





Die Theorie des Polarlichts.

Von Privatdozent Dr. B. Weinstein.

II.*)

Nachdem die bis jetzt aufgestellten Hypothesen und Theorien über die Entstehung der Polarlichter aufgezählt und charakterisirt sind, gehen wir dazu über, dieselben einer Prüfung zu unterziehen. Dabei darf natürlich nur die Kenntnifs mafsgebend sein, die wir jetzt von diesen Lichtern und den Naturerscheinungen überhaupt besitzen; das Urtheil, das wir über manche der früheren Untersuchungen zu fällen haben werden, kann darum nicht die geistige Arbeit betreffen, sondern lediglich die Bedeutung dieser Arbeit für den Stand unserer jetzigen Kenntnisse.

Von denjenigen Ansichten über die Polarlichter, welche dieselben in das Gebiet des Ueberirdischen und Phantastischen versetzen, müssen wir ganz absehen. Sie boten zu ihrer Zeit dem Volkssinne Erklärungen von nicht geringerem relativen Werth als uns unsere jetzigen auf wissenschaftlicher Grundlage beruhenden Theorien, können aber nunmehr entbehrt werden. Auch von den eigentlich wissenschaftlichen Erklärungen dürfen wir alle diejenigen, welche den Polarlichtern nur eine Scheinexistenz zuschreiben, indem sie dieselben als Reflexionserscheinungen betrachten lehren, so geistvoll sie mitunter aufgefafst und durchgeführt sind, nach den jetzigen Erfahrungen nicht mehr gelten lassen. Kommen nämlich Lichtstrahlen von einem selbstleuchtenden Körper, so zeigt jeder derselben längs seiner Richtung und rings um seine Richtung herum im Durchschnitt überall die nämlichen Eigenschaften und erscheint selbst für sehr kleine Zeitintervalle durchschnittlich gleich geartet, wenngleich er an jeder Stelle und in jedem Augenblicke seine Eigenschaften verändert. Solche Strahlen nennen wir natürliche Strahlen, weil sie von jedem glühenden Körper ohne unser Zuthun und ohne Dazwischenkunft irgend welcher Beeinflussungen

---

*) Fortsetzung zu dem S. 101 beginnenden Aufsatz.

ohne weiteres ausgesandt werden. Wenn dagegen Lichtstrahlen nicht in einem Körper entstehen, sondern nur von ihm zurückgeworfen, reflektirt werden, bieten sie zunächst längs ihrer Richtung in bestimmten Perioden wiederkehrende Eigenschaften. Auch quer zu ihrer Richtung sind sie dann nicht immer ganz gleich geartet; manche, oder unter Umständen alle Strahlen zeigen dann quer zu ihrer Richtung nach verschiedenen Seiten auch verschiedene Eigenschaften. Solche Strahlen sind, wie der Kunstausdruck lautet, polarisirt. Die Physik besitzt seit dem ersten Dezennium dieses Jahrhunderts die Mittel, natürliches Licht von polarisirtem zu unterscheiden. Betrachtet man einen selbstleuchtenden Körper durch ein sogenanntes Nicolsches Prisma, welches man vor das Auge hält, so bleibt derselbe gleich hell, wie man auch das Prisma um die Gesichtslinie drehen mag; sieht man jedoch nach einem fremde Strahlen nur zurückwerfenden Körper, so wechselt dieser seine Helligkeit, sobald man das Prisma zu drehen beginnt. Ein solches Prisma ist zuerst von Arago und später von vielen andern Forschern nach dem Polarlicht gerichtet worden, aber immer verhielten sich die Strahlen, abgesehen von Störungen durch Nebenlicht, wie natürliche. Wir müssen hieraus schliefsen, dafs dieselben nicht durch Reflexion zu uns gelangen, sondern von selbstleuchtenden Körperchen uns zugesandt werden.

Die Polarlichter sind also eine Glüherscheinung in den hohen Regionen unserer Atmosphäre, und es können nur diejenigen Theorien Anspruch auf Berücksichtigung erheben, welche derselben bestimmte Existenz zuschreiben, es sind das die Theorien der zweiten Abtheilung nach der Klassifizirung, welche im ersten Artikel dieses Aufsatzes gemacht wurde.

Doch sei darauf hingewiesen, dafs mit dem Fall der Erklärungen auf Grundlage der Reflexion die merkwürdigen Nebenannahmen in Bezug auf eine Hülle der Erde aufserhalb der Atmosphäre, wie sie von Euler und Kant herrühren, durchaus nicht aufgegeben werden müssen. Die Hypothese einer Schweifbildung bei der Erde hat auch ganz unabhängig von den Erklärungsversuchen für die Polarlichter eine Bedeutung, indem, wie bereits im ersten Artikel erwähnt, manche Beobachtungen am Himmelszelt auf eine solche Schweifbildung hinweisen. Es ist sogar möglich, dafs diese Schweifbildung mit den Polarlichtern in Beziehung steht, und ist das der Fall, so würde die Substanz dieses Erdschweifes dabei jedenfalls eine thätige Rolle spielen und nicht blos passiv, um Licht zu reflektiren, dienen.

Wenn nun die Polarlichter als wirkliche Glüherscheinungen er-

kannt sind, was ist es, was in diesen Lichtern glüht? Die nächste Antwort hierauf scheint zu sein: Luft. Indessen ist es sehr bemerkenswerth, dafs gerade die älteren Theorien besondere, nicht mit der Luft identische Substanzen annehmen zu müssen glaubten, nämlich De Mairan die Materie des Zodiacallichts, andere Meteorstaub oder irdische, von Vulkanen in die Luft geschleuderte Partikelchen. Vielleicht fiel es schwer sich vorzustellen, dafs ein so durchsichtiger und zumal in den Regionen der Polarlichter so lockerer Körper wie gewöhnliche Luft auch glühen und leuchtende Strahlen von solcher Intensität wie wir sie in den Polar-Lichtern beobachten, aussenden könne. Der bereits erwähnte Cantonsche Versuch that es freilich unwiderleglich dar, dafs auch Luft unter dem Einflusse elektrischer Ströme ins Glühen gerathe, und wir wissen jetzt, dafs nur diejenigen Substanzen nicht zum leuchtenden Glühen gebracht werden können, welche sich selbst gegen Licht ganz indifferent verhalten, Licht unter keinen Verhältnissen absorbiren. Zu diesen Körpern gehört die atmosphärische Luft nicht, da dieselbe Licht sogar in nicht unerheblichem Mafse verschluckt.

Bei den jetzigen Hilfsmitteln der Physik scheint es aber möglich zu sein, über die Natur der Substanz, welche in den Polarlichtern glüht, zu entscheiden. Der Spektralanalyse, welche die Beschaffenheit der fernsten Himmelskörper enthüllt, sollte es ein Leichtes sein, auch das Substrat der Polarlichter aufzudecken.

Das Spektroskop ist oft auf die Polarlichter gerichtet worden; wir kennen auch das Spektrum dieser Lichter, wenn auch anscheinend noch nicht ganz vollständig. Was wir zuerst hervorzuheben haben, ist, dafs dieses Spektrum meist aus einzelnen hellen Linien und Banden besteht; hieraus ist zunächst zu schliefsen, dafs in den Polarlichtern hauptsächlich Gase glühen. Im ganzen hat man bis jetzt an 10 Linien und Banden beobachtet. Diese sind nicht alle gleich hell und gleich scharf begrenzt, sie finden sich auch nicht immer gleichzeitig ein. Anscheinend fast immer tritt eine Linie im Grün-gelb des Spektrums auf, ihre Lage im Spektrum, zuerst von Angström (1867) bestimmt, ist genügend genau bekannt, ihre Wellenlänge beträgt 0,0005571 mm. Sie ist für die Polarlichter so charakteristisch, dafs sie insbesondere den Namen „Nordlichtlinie", den wir besser in „Polarlichtlinie" umwandeln, erhalten hat. Die andern Linien und Banden sind viel schwächer als diese Polarlichtlinie und oft so wenig hervortretend, dafs sie gar nicht gesehen werden.

Die Frage, welchen Stoffen die Linien und Banden des Polarlichtspektrums angehören, ist noch nicht endgültig entschieden und

leider herrscht gerade über die hervorgehobene charakteristische gelbgrüne Linie der Polarlichter noch einige Unsicherheit. Angström und Hasselberg haben ihr Augenmerk auf das Spektrum der Luft gerichtet. Sie machten dieselbe durch unmittelbar durchgeschickte, bezw. von aufsen induzirte Elektrizität glühend und fanden allerdings einige der Polarlichtlinien in dem Spektrum dieser Luft wieder; Angström 3, Hasselberg 2, und zwar stimmten, was besonders hervorzuheben ist, die 2 von Hasselberg rekognoszirten genau mit 2 von Angström bemerkten überein. Aber die eigentliche Polarlichtlinie haben beide nicht gesehen. Mehr Erfolg in Bezug auf diese Linie hat Edmund Hoppe gehabt; er verband, wie Canton und Lemström, eine Entladungsröhre mit einem Pol einer (Holtzschen) Elektrisirmaschine, deren anderer Pol zur Erde abgeleitet war; die Luft in der Röhre wurde glühend und zeigte, spektroskopisch untersucht, 3 Linien, davon eine die Wellenlänge 0,0005581 hatte, also wohl die Polarlichtlinie war. Die beiden andern freilich stimmten nicht mit Polarlichtlinien überein. In einem andern Versuch benutzte er statt der Entladungsröhre eine Bürste aus Messingdraht, die übrige Anordnung war wie bei dem ersten Versuch. Die Elektrizität strömt hier aus den Drahtenden frei in die Luft und giebt zu den bekannten Leuchtphänomenen Veranlassung. Hier sah Hoppe nicht weniger als 15 Linien, darunter die Polarlichtlinie und einige andere (3) Linien des Polarlichtspektrums, die aber nicht dieselben waren, welche Angström und Hasselberg gefunden hatten. Vogel findet wenigstens eine Linie des Polarlichtspektrums mit einer Linie des Luftspektrums übereinstimmend, und zwar ist es eine, die auch Hoppe beobachtet hat; von den andern findet er eine rothe Linie im Spektrum des Stickstoffs (der ja den Hauptbestandtheil der Luft bildet) und auch die eigentliche Polarlichtlinie hat Hoppe in diesem Spektrum, wenn auch nur sehr schwach, wahrgenommen. Wüllner hat diese Linie gleichfalls im Spektrum des Stickstoffs gesehen.

Im ganzen sind hiernach von den Linien des Polarlichts 8 im Spektrum der Luft oder eines Bestandtheils derselben aufgefunden worden, freilich nicht übereinstimmend dieselben von den verschiedenen Beobachtern, und namentlich die Polarlichtlinie immer viel schwächer im Verhältnifs zu den andern Linien als im Polarlicht selbst.

Ist es hiernach auch noch nicht sicher, ob das Polarlichtspektrum dasjenige glühender Luft ist, so spricht doch eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür, denn es ist zu beachten, dafs das Spektrum

der Gase von deren Zustand abhängt, ferner dafs das Polarlichtspektrum bis auf die grüne Linie gleichfalls starke Variationen zeigt und endlich, dafs bei der Unkenntnifs, in der wir uns hinsichtlich des Zustandes der Luft in den Regionen, in welchen die Polarlichter sich entfalten, befinden, wir nicht in der Lage sind, diesen Zustand in unseren Experimenten bewufst nachzuahmen, also auch nicht völlige Uebereinstimmung erwarten dürfen. Dementsprechend „sieht auch Vogel das Nordlichtspektrum als eine Modifikation des Luftspektrums an" (zitirt aus dem Buche von Scheiner „Die Spektralanalyse der Gestirne"). Doch darf nicht verschwiegen werden, dafs nach Versuchen von Koch die Luft ihr Spektrum selbst bei Abkühlungen bis zu 80° C. unter dem Gefrierpunkt des Wassers nicht verändert, so dafs hiernach die in den Polarlichtern beobachtete Modifikation des Spektrums, wenn letzteres der Luft angehören soll, durch andere Ursachen als die in den hohen Regionen der Atmosphäre herrschende Kälte bewirkt sein mufs. Dafs jedoch die Polarlichtlinie nicht einem ganz fremden, uns noch nicht bekannten Stoffe angehören kann, glaube ich, darf daraus geschlossen werden, dafs dieselbe oft überall am ganzen Himmel gesehen wird, ja, wie namentlich Lemström gefunden hat, auch vor Gegenständen, die direkt vor dem Beobachter liegen, wie vor Bergen und selbst Häusern. In solchen Fällen stammt es von Luft, die, man könnte fast sagen, um uns glüht. Die Luft, welche unmittelbar die Decke der Erde bildet, ist uns in ihrer Zusammensetzung wohlbekannt; für Regionen derselben, welche die unsrigen um mehr als 10 km nicht überragen, haben wir einstweilen noch keine bestimmten Andeutungen, dafs sie daselbst eine andere Zusammensetzung besitze als auf der Erdoberfläche. Die Polarlichter erheben sich allerdings oft bis zu Höhen von 100 und mehr Kilometer, in ihrer engeren Heimath steigen sie aber auch nicht selten tief herab, ohne, soweit bis jetzt bekannt, das Charakteristische ihres Spektrums zu verlieren.

Schon durch den Nachweis des Spektroskops, dafs das Polarlichtspektrum ein diskontinuirliches ist, aus einzelnen Linien und Banden besteht, wären alle diejenigen Theorien erledigt, nach welchen in diesen Lichtern feste Substanzen glühen sollen, wie Staub, Eisenpartikelchen, Meteortheilchen. Diskontinuirliche Spektra werden nur von Gasen und Dämpfen geliefert, feste Substanzen zeigen im Glühen kontinuirliche Spektra.

Allerdings werden die festen Körper beim Glühen zum Theil in Dampf aufgelöst und können so auch zur Entstehung eines diskontinuirlichen Spektrums Veranlassung geben, wie wir das an den

Sternschnuppen und Meteoren, wenn sie durch die Atmosphäre eilen und dabei durch Reibung ins Glühen gerathen, thatsächlich bemerken. Indessen müfste dann das kontinuirliche Spektrum selbst doch stets gleichfalls hervortreten, wie dasselbe denn auch bei den Sternschnuppen und Meteoren wohl niemals fehlt. Nun wird freilich mehrfach berichtet, dafs die Polarlichtlinien sich auf einem erhellten Grunde zeigten, aber dieser Grund beschränkt sich meist auf einen Theil des Spektrums und scheint immer nur sehr schwach erleuchtet. Er müfste, wenn eben die ganze Masse der Polarlichter aus glühenden festen Stoffen bestehen soll, viel regelmäfsiger gesehen werden, alle Farben und in kräftigerer Lichtentfaltung aufweisen.

Zu Gunsten der Annahme, dafs in den Polarlichtern namentlich Eisenstaub verbrenne, ist noch besonders angeführt worden, dafs die Polarlichtlinien sehr nahe gewissen Linien des Eisendampfspektrums liegen, aber einerseits ist die Zahl der Linien im Spektrum des Eisendampfs wohl 120mal so grofs wie diejenige des Polarlichtspektrums, andererseits hat man mit Recht darauf hingewiesen, dafs es bei dem aufserordentlichen Reichthum des Eisendampfspektrums an Linien leicht ist, zu jeder andern Linie eine passende Eisenlinie anzugeben. So könnte man allein der Hauptlinie des Polarlichtspektrums in Anbetracht der Unsicherheit, welche den Bestimmungen ihrer Lage im Spektrum noch anhaften, mindestens 4 Linien des Eisendampfspektrums zuordnen.

Dürfen wir hiernach, um nicht in ein anderes Extrem zu fallen, auch nicht behaupten, dafs in den Polarlichtern überhaupt keine festen Substanzen glühen, so sind wir doch jedenfalls berechtigt in dem Material der Polarlichter der Hauptmasse nach gasförmige Stoffe und, mit grofser Wahrscheinlichkeit, Luft zu sehen.

In der Theorie von De Mairan, welche so vieles an den Polarlichtern erklärt und fast einem mathematischen Calcul unterwirft, wird über die Stoffe der Polarlichter nichts bestimmtes ausgesagt. Sie sollen aus den Stoffen des Zodiacallichtes stammen, diese sind uns aber unbekannt. Doch hat sich De Mairan diese Stoffe offenbar als aus festen Partikelchen bestehend gedacht.

Aber abgesehen von den Schwierigkeiten, welche nach den voraufgehenden Auseinandersetzungen der Annahme fester Partikelchen als Substanz der Polarlichter entgegenstehen, scheint aus neueren Untersuchungen hervorzugehen, dafs das Spektrum des Zodiacallichts nichts mit dem des Polarlichts Uebereinstimmendes besitzt, die Stoffe der Polarlichter in der Hauptmasse also überhaupt nicht dieselben sein können,

wie diejenigen des Zodiakallichts. Früher glaubte man im Zodiakallichtspektrum die grüne Polarlichtlinie zu sehen und nahm hieraus Veranlassung, dieſes Licht mit dem Polarlicht in enge Verbindung zu setzen. Neuere und eingehende Untersuchungen haben jedoch dargethan, daſs die Polarlichtlinie dem Zodiakallicht wohl nicht angehört. Piazzi-Smyth, Tacchini, Cacciatore und Riccó haben „niemals die Polarlichtlinie im Zodiakallicht gesehen" und Wright sie nur dann bemerkt, „wenn dieselbe auch an auſserhalb des Zodiakallichts gelegenen Stellen des Himmels auftrat, was zuweilen geschah, ohne daſs ein Polarlicht direkt zu sehen gewesen wäre. Die grüne Nordlichtlinie erscheint also nur zufällig auf dem Spectrum des Zodiakallichts superponirt, sie hat mit letzerem gar keinen Zusammenhang" (dieses und das frühere aus Scheiner, Spektralanalyse der Gestirne, S. 343 zitirt). Das Spektrum des Zodiakallichts ist ein einfaches, kontinuirliches Spektrum, wahrscheinlich herrührend von reflektirtem Sonnenlicht.

De Mairans Theorie findet also in den spektralanalytischen Beobachtungen keine Unterstützung, sondern eher Widerspruch. Sie wird ganz aufgegeben werden müssen, falls das, was bisher allerdings nur Vermuthung ist, aber mehr und mehr an Wahrscheinlichkeit gewinnt, sich als thatsächlich herausstellen sollte, daſs nämlich das Zodiakallicht überhaupt nicht auſserhalb der Erde, etwa in einer die Sonne umgebenden Hülle, seinen Ursprung hat, sondern vielmehr der Erde geradezu angehört und mit ihr untrennbar verbunden ist.

In einer anderen Reihe von Theorien wird gegen die Gasnatur der Polarlichtstoffe nicht gestritten, selbst nicht in denjenigen, welche diesen Stoffen vulkanischen Ursprung zuschreiben, denn wir wissen, daſs Vulkane aus dem Erdinnern neben festen und flüssigen Substanzen auch Gase in die Aussenwelt stoſsen. Doch hat es für alle diese Theorien keinen Sinn, gerade atmosphärische Luft aus der Erde herausbefördert zu sehen, diese ist ja in genügendem Maſse auch ohnedies vorhanden; es bedürfen eben diese Theorien besonderer Stoffe, die leicht in Brand gerathen.

Allein aus optischen Untersuchungen ist es nicht leicht, über diese Theorien zu entscheiden, zunächst genügen sie den spektralanalytischen Anforderungen insoweit, als sie zu einem Linien-Bandenspektrum der Polarlichter führen, und da das Verbrennen der betreffenden Gase in Luft vorgehen soll, würde auch das Auftreten der Luftlinien im Polarlichtspektrum hiermit in Einklang stehen können. Nach der Kirwan-Parrotschen Theorie, nach welcher Wasserstoff

als das in den Polarlichtern verbrennende Gas angesehen wird, müfste sich aber auch die eine oder andere Wasserstofflinie bemerkbar machen. In der That ist in dem Polarlichtspektrum eine Linie beobachtet worden, welche einer der Wasserstofflinien nahe kommt (derjenigen mit der Wellenlänge 0,0004341), ob dieselbe aber mit dieser Wasserstofflinie identisch ist, läfst sich noch nicht entscheiden.

Geben wir also auch zu, in Anbetracht der relativ grofsen Unsicherheit, in welcher wir uns noch hinsichtlich der Abhängigkeit der Gasspektren von dem Zustande ihrer Träger und der Beschaffenheit des Mediums, innerhalb deren die Verbrennung oder das Leuchten vor sich geht, befinden, etwas sicheres über die Anwesenheit oder Nichtanwesenheit von besonderen Gasen, namentlich von Wasserstoff in den Polarlichtern, aus den bisherigen spektralanalytischen Untersuchungen nicht entnehmen zu können und lassen wir die Möglichkeit zu, dafs neben Luft wirklich auch das eine oder andere Gas noch daselbst mitwirkend auftritt, so hat doch eine Theorie, welche besonderer Substanzen bedarf, auch die Quellen für diese Substanzen nachzuweisen. Kirwan-Parrot glaubten, dafs der Wasserstoff aus Fäulnifsprozessen, Vulkanausbrüchen und dergl. herstamme und sich, vermöge seiner Leichtigkeit in die hohen Regionen der Atmosphäre verbreite. Graf L. Pfeil, dessen Theorie der Polarlichter der Verfasser leider zu spät kennen gelernt hat, um dieselbe in dem ersten Artikel noch mit aufführen zu können,[1]) nimmt gleichfalls an, dafs in den Polarlichtern hauptsächlich Wasserstoff und daneben auch Kohlenwasserstoffe verbrennen. Er hat aber für die Entstehung des Wasserstoffgases einen ganz anderen geistvoll erdachten Grund angegeben. Innerhalb der Erde sollen elektrische Ströme zirkuliren; treten diese aus der Erdrinde in die Meere, so werden sie das Wasser derselben vermöge der bekannten elektrolytischen Eigenschaften der strömenden Elektrizität in seine Bestandtheile, Wasserstoff und Sauerstoff, zersetzen. Der Sauerstoff soll zum gröfsten Theil im Meerwasser absorbirt verbleiben und daselbst den Lebewesen die Existenz ermöglichen, der Wasserstoff aber emporsteigen, sich in die höchsten Regionen der Atmosphäre verbreiten und dort in den Polarlichtern mit anderen Gasen verbrennen. Die zersetzenden Ströme sollen in der Nähe der Magnetpole am stärksten sein, also dort am meisten Wasserstoff hervorbringen, daher die Verbrennung in den po-

[1]) Sie ist ihm durch persönliche Mittheilung unter dankenswerther Zusendung der betreffenden Schrift „Temperaturveränderungen auf der Erdoberfläche und Erdmagnetismus, Polarlicht und damit verbundene Vorkommnisse“ bekannt geworden.

laren Gegenden besonders häufig auftritt. Dafs elektrische Ströme innerhalb der Erde kursiren, ist sicher, ob sie auch so stark sind, ausreichende Mengen von Wasser zu zersetzen, kann wohl bezweifelt werden. Findet aber eine Elektrolyse statt, dann müfste man erwarten, die Gase sich vor allem an den Elektroden der Ströme, das sind in diesem Falle die Ufer der Kontinente, abscheiden zu sehen, und zwar würde man Wasserstoff immer nur auf einer Seite der Kontinente bemerken, Sauerstoff auf der andern. Es scheint aber nicht, dafs bis jetzt an irgend welchen der uns bekannten Küsten, und bis zur Heimath der Polarlichter sind ja nur wenige Küsten noch unerforscht geblieben, besondere Wasserstoffentwickelungen und an anderen besonders günstige Bedingungen für thierisches Leben konstatirt sind. Graf Pfeil hat darum später auch (in einer schriftlichen Aeufserung) sich mehr der Kirwan-Parrotschen Ansicht genähert, dafs die betreffenden Gase aus den Vulkanen in die Aufsenwelt treten sollen, jedoch unter Beibehaltung ihrer Entstehung aus elektrolytischen Wirkungen der Erdströme.

Es ist sehr wahrscheinlich, dafs auf die eine oder andere Weise Wasserstoff und Leuchtgas wirklich auf der Erde entwickelt wird und sich der Atmosphäre zugesellt, aber über die Menge läfst sich nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen nichts bestimmtes aussagen, wahrscheinlich ist sie viel zu gering, um den in der Polarlichtzone fast stetig brennenden Lichtern genügende Nahrung zu spenden.

Endlich haben wir noch diejenigen Theorien zu beurtheilen, welche, wie die Halleysche, in den Polarlichtern besondere selbstleuchtende Stoffe sehen, die als magnetische Materie bezeichnet werden. Diese Theorien könnten vielleicht die grüne Polarlichtlinie, über welche unzweideutige Entscheidung ja noch nicht getroffen ist, für ihren besonderen magnetischen Stoff in Anspruch nehmen. Indessen wissen wir bisher nichts von einem selbstleuchtenden magnetischen Stoff. Es sind zumal in England vielfache Untersuchungen darüber angestellt worden, ob ein Magnet von selbst Lichtstrahlen aussendet. Man konstruirte einen mächtigen Elektromagneten den man durch Schliefsen eines elektrischen Stromes magnetisiren, durch Oeffnen entmagnetisiren konnte, und versetzte diesen in ein absolut dunkeles Zimmer, in welchem sich der Beobachter befand. Das Schliefsen und Oeffnen des Stromes geschah, um Beeinflussungen zu vermeiden, weit aufserhalb der Hörweite des Beobachters. Die Versuche sind äufserst schwierig, da bekanntlich das Auge auch Eigenlicht besitzt und dieses Schwankungen unterworfen ist, welche, obwohl subjektiv, doch als objektiv

wahrgenommen werden. Der Beobachter gab durch Signale an, wann er den Eisenkern zu leuchten beginnen und aufhören sah, und die Zeiten dieser Signale wurden mit den Momenten des Schliefsens und Oeffnens des Stromes verglichen. Ein positives Resultat hat aber nicht ermittelt werden können, einige Personen trafen mit ihren Signalen die Momente der Magnetisirung und Entmagnetisirung, andere nicht. Es ist auch kaum anzunehmen, dafs Magnete von selbst stets Licht ausstrahlen, woher sollte die Energie, die ja zu allen Strahlungserscheinungen gehört, kommen? Giebt sie der Magnet selbst her, so müssen mit ihm allmählich irgend welche Veränderungen vorgehen. Doch scheinen einige nicht abgeneigt, anzunehmen, dafs Magnete wenigstens bei ihrer Erregung oder bei irgend welcher Veränderung ihrer Stärke in ihrer Umgebung Leuchtphänomene hervorrufen, vielleicht weil der Magnetismus eine Eigenschaft der Molekeln der Körper ist und das Leuchten der Körper durch den Einflufs der Molekularbewegung auf den umgebenden Aether erklärt wird, und zudem Magnetismus mit der so bedeutende Leuchterscheinungen hervorbringenden Elektrizität in so naher Verbindung steht und auch selbst auf gewisse Eigenschaften des Lichts einzuwirken vermag. Aber es ist einstweilen nicht gut sich über Magnetismus näher auszulassen, er ist die wunderlichste und räthselvollste Kraftäufserung der Körper.

Auch von den elektrischen Theorien setzen einige, namentlich die von Dalton und Biot, voraus, dafs die Stoffe in den Polarlichtern feste Partikelchen bilden. Diese widersprechen natürlich gleichfalls den spektralanalytischen Ergebnissen. Andere sagen entweder gar nichts in Bezug auf die Substanz der Polarlichter voraus, oder nehmen geradezu an, dafs diese Substanz gasförmig sei, insbesondere hauptsächlich aus Luft bestehe.

Wir kommen jetzt zu der zweiten Frage, wodurch wird dieses Leuchten in den Polarlichtern bewirkt?

Wir kennen viele Methoden, Körper zur Lichtaussendung zu zwingen. Mechanische Mittel würden starke Kompression und Bewegung gegen reibende Hindernisse sein; von jener dürfen wir bei den Polarlichtern absehen. Druckvermehrung, welche durch Wärmeentwickelung Glühen verursachen kann, müfste sich auf der Erdoberfläche sehr stark bemerkbar machen, es scheint auch keine Theorie auf der Annahme einer solchen aufgebaut zu sein. Bewegung gegen reibende Hindernisse ist vielfach als Erklärung der Glüherscheinungen angesehen worden, aber hauptsächlich wurde sie festen Stoffen, wie Staub, Sternschnuppen u. s. f. zugeschrieben. Gase durch Reibung

glühend zu machen, dürfte wohl so enorme Geschwindigkeiten erfordern, dafs wir gar nicht wüfsten, wo wir diese, wenigstens auf Erden, in natürlichen Prozessen hernehmen sollten.

Thermische Mittel sind von vornherein ausgeschlossen, die Wärmequelle müfste eine aufserirdische sein, und es wäre nicht einzusehen, warum die Erwärmung nur bestimmte Theile der Atmosphäre betreffen sollte. Auf chemischem Wege würde das Glühen durch einen Verbrennungsprozefs bewirkt werden, davon ist bereits gesprochen. Es ist hier jedoch noch hervorzuheben, dafs eine solche Verbrennung mit sehr bedeutender Entbindung von Wärme verbunden ist, welche sich bei der aufserordentlichen Dauer, welche manche Polarlichter aufweisen, schliefslich auch für uns ziemlich stark bemerkbar machen müfste, während doch bis jetzt von einer erwärmenden Wirkung der Polarlichter nichts bestimmtes bekannt ist. Das gilt übrigens auch von den Erwärmungen durch mechanische und thermische Einwirkungen.[2])

Die beiden nunmehr noch zu erwähnenden Mittel sind einem solchen Einwand nicht unterworfen, sie charakterisiren sich den andern gegenüber vornehmlich gerade dadurch, dafs sie Körper zur Lichtaussendung bringen können, ohne dieselben so weit zu erwärmen, dafs ihre Temperatur selbst gewöhnliche mittlere Verhältnisse überschritte.

Zunächst auf optischem Wege durch Bestrahlung mit Licht, vermöge der Eigenschaft der Körper nach einer solchen Bestrahlung zu fluoresciren oder zu phosphoresciren. Die Fluorescenz kommt wohl nicht in Frage, sie ist zu kurz dauernd und würde eigentlich eine fortgesetzte Bestrahlung erfordern für die wir keinen Grund anzugeben wüfsten. Die Phosphorescenz dauert freilich bei manchen Körpern viele Stunden lang; die vor mehreren Jahren in so grofsen Quantitäten in den Handel gebrachten Leuchtfarben haben ja sogar die Hoffnung erregt, durch einen Anstrich mit denselben, Räume die ganze Nacht hindurch erleuchtet zu erhalten, und Uhren, deren Zifferblätter die Nacht hindurch Licht aussenden, werden noch jetzt viel-

---

[2]) Wird die Wärme, wie Graf Pfeil will, von den Eisnadeln, welche in der Luft in grofsen Mengen schweben, absorbirt, so müssen diese sehr bald schmelzen und zu Regenstürzen Veranlassung geben. Starke Wolkenbildung nach Polarlichtern ist allerdings vielfach behauptet worden, aber diese so wenig wie Regenstürze, die doch immer auftreten müfsten, mit unzweifelhafter Sicherheit nachgewiesen. Die Wolkenbildung, wenn sie bestimmt konstatirt sein sollte, liefse sich übrigens auch leicht nach anderen Theorien erklären.

ach angeboten. Indessen scheint die Phosphorescenz sich auf flüssige und feste Körper zu beschränken, Gase zeigen wohl keine eigentlichen Phosphorescenzerscheinungen von längerer Dauer, wenigstens nicht durch Bestrahlung mit Licht. Nach Durchsendung eines elektrischen Stromes leuchten sie allerdings unter Umständen nach, aber immer nur kurze Zeit.

Endlich auf elektrischem Wege kann jeder Körper auf Grund der Durchpressung einer genügenden Quantität Elektrizität zum Glühen gebracht werden. Die elektrische Beleuchtung beruht auf dieser Eigenschaft der Elektrizität, überall, wo sie durch Körper hindurchgeht, dieselben soweit zu erwärmen, bis sie zu glühen anfangen. Feste Körper und Flüssigkeiten scheinen dabei erst dann ins Glühen zu gerathen, wenn sie durch ihre ganze Masse soweit durchwärmt sind, als es auch von unmittelbar zugeführter Wärme geschehen müfste, um sie ins Glühen zu versetzen. Gase jedoch in verdünntem Zustande beginnen beim Durchgang der Elektrizität schon zu leuchten, ehe sie auch nur entfernt die Temperatur angenommen haben, die sie bei direkter Erwärmung erlangen müfsten. Wie Eilhard Wiedemann und nach ihm mehrere andere Forscher nachgewiesen haben, tritt das Leuchten schon bei Temperaturen selbst unter 100° ein, eine untere Grenze für diese Temperatur ist noch nicht bekannt. In den Laboratoriumsversuchen an Entladungsröhren hängt die Erwärmung ab von dem Drucke des Gases, sie wächst im allgemeinen mit dem Druck und nimmt unter sonst gleichen Verhältnissen ebenfalls mit der Weite der Röhre zu. Bei 3 mm Druck und einer Weite der Röhre von 30 mm fand Wiedemann das Gas (Luft) noch leuchtend, während die Temperatur zwischen 80° und 90° lag. „Da noch viel weitere Röhren zum Leuchten gebracht werden können, können demnach die Gase bei noch viel geringeren Temperaturerhöhungen zum Leuchten gebracht werden“ (G. Wiedemann, die Lehre von der Elektrizität und dem Magnetismus, IV, 526). Wir sehen auch bei freier Ausströmung der Elektrizität in die Atmosphäre (etwa aus den Saugern und Konduktoren einer Elektrisirmaschine) die Luft ohne erhebliche Erwärmung leuchten. Lemström zeigte in seinen im ersten Artikel beschriebenen Versuchen mit dem Spitzenapparat, dafs Lichtgarben von demselben sich bei Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes erhoben. Koch endlich sah in seinen früher erwähnten Versuchen die Luft in Geifslerschen Röhren noch leuchten, wenn diese Röhren bis auf 80° C. unter 0 abgekühlt waren.

Diese Eigenthümlichkeit der Gase unter dem Einflufs des elek-

trischen Stromes so weit unterhalb ihrer eigentlichen Glühtemperatur schon zu leuchten, bietet der Erklärung grofse Schwierigkeiten. Es ist hier nicht der Ort, auf die merkwürdigen Ansichten einzugehen, zu welchen dieselbe neuerdings in der Physik geführt hat, sie werden bei einer andern Gelegenheit den Lesern dieser Zeitschrift vorgeführt werden. Hier genügt es, die Thatsachen selbst zu verzeichnen.

Nach alledem wird es nicht überraschen, wenn man die meisten Naturforscher unserer Zeit sich der Annahme zuwenden sieht, dafs in den Polarlichtern Gase durch elektrische Einflüsse zum Leuchten gebracht sind, denn bei dieser Annahme kommt man mit den Thatsachen am wenigsten in Widerspruch. Die elektrischen Theorien sind also diejenigen, welche in dieser Beziehung dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse am meisten entsprechen.

Aber man hat für diese elektrischen Theorien, aufser dafs sie auf sehr zwanglose Weise, wenn auch durch einen Vorgang, der uns seinem inneren Wesen nach noch nicht bekannt ist, das Leuchten in den Polarlichtern erklärt, noch andere sehr wichtige Gründe, die hier hervorgehoben werden müssen.

Bei der Beschreibung der Polarlichter[3]) ist bereits erwähnt worden, dafs dieselben von dem Magnetismus der Erde insofern beeinflufst zu werden scheinen, als sie in ihrer Orientirung im Raume eine Abhängigkeit von der Wirkungsrichtung desselben erweisen; die Strahlen folgen meist der Richtung der Inklinationsnadel und die Bogen stehen quer und symmetrisch zum magnetischen Meridian. Aus vielfachen Abweichungen, die man an ihnen von der angegebenen Richtung am Beobachtungsort gefunden hat, glaubten jedoch einige schliefsen zu müssen, dafs diese Orientirung nur eine zufällige sei. Indessen zeigt die weitaus überwiegende Zahl von Beobachtungen, dafs allerdings die Polarlichter der Richtung des Erdmagnetismus folgen. Abweichungen von dieser Richtung lassen sich zwanglos erklären; die Lagerung der einzelnen Lichtsäulen und Bogen kann nicht allein von den Kräften des Erdmagnetismus abhängen, sondern wird zum Theil auch von den Wirkungen der Theile des Polarlichts auf einander bestimmt sein, und wird auch noch von manchen andern Verhältnissen beeinflufst, welche später betrachtet werden sollen. Leider beziehen sich die meisten der bisherigen Vergleichungen der Lage der Polarlichtelemente mit der Richtung des Erdmagnetismus auf gewisse mittlere Verhältnisse des Erdmagnetismus, während doch

[3]) Diese Zeitschrift, Jahrgang I, Seite 234 ff. und 360 ff.

die wahren Verhältnisse allein entscheidend sein würden. Doch hat schon Wilcke im vorigen Jahrhundert bemerkt, dafs die Polarlichter auch den Aenderungen der Inklinationsrichtung folgen.

Auch in anderer Beziehung scheinen die Polarlichter von dem Erdmagnetismus beeinflufst zu werden. Herr O. Jesse von der Berliner Sternwarte, dem die Wissenschaft durch eigenes tiefes Eindringen in dieselbe schon so viele eingehende und erfolgreiche Untersuchungen auf dem Gebiete der Erdphysik zu verdanken hat, glaubt aus seinen Rechnungen über die Lage der Polarlichtsäulen den Schlufs ziehen zu können,[4]) „dafs eine Polarlichtentfaltung immer in derjenigen Kurve auf der Erdoberfläche stattfindet, in welcher die Totalintensität des Erdmagnetismus eine und dieselbe ist.“ Dieses Ergebnifs ist freilich noch nicht so sicher gestellt, dafs man dasselbe als ein festes Gesetz der Polarlichter zugeben könnte, es hat aber eine nicht unerhebliche innere Wahrscheinlichkeit für sich, und dient, wenn auch erst in wenigen Fällen nachgewiesen, die Annahme eines Zusammenhanges zwischen Polarlichtern und Erdmagnetismus zu stützen.

Endlich hängen die Polarlichter auch darin anscheinend mit dem Erdmagnetismus zusammen, dafs sie der Erfahrung nach immer mit den aus Störungen des Ganges unserer magnetometrischen Apparate geschlossenen Veränderungen des Erdmagnetismus gleichzeitig auftreten; Celsius hat das schon bemerkt, und in unserem Jahrhundert ist das so oft und so vielfältig bestätigt worden, dafs man aus gröfseren Bewegungen der Magnetnadeln auf das Bestehen oder Eintreten von Polarlichtern schliefsen kann.

Es sei hier nur an die mächtigen Polarlichtentfaltungen von 1859 erinnert. Gleichzeitig mit diesen Polarlichtern machten sich aufserordentliche Schwankungen in den erdmagnetischen Elementen bemerkbar, die Horizontalintensität erlitt Veränderungen, die bis zu 10 pCt. ihres Betrages gingen, und relativ noch bedeutender waren die Variationen der Deklination und selbst der Inklination. Aehnliche Störungen erfuhr der Erdmagnetismus während der Polarlichter von 1872, und noch bei vielen anderen Entfaltungen dieser Erscheinung.

Keine der Naturerscheinungen steht aber in so enger Verbindung mit dem Magnetismus wie die der Elektrizität. Wo mit Elektrizität nur irgend eine Veränderung vorgenommen wird, selbst wenn dieselbe so äufserlich ist, wie dafs man sie auf ihrem Träger nur von Ort zu Ort transportirt, findet man zugleich in allen Magneten

[4]) Ueber die Bestimmung der Höhe und Lage der Polarlichter, Astronomische Nachrichten, No. 2496.

Variationen, sei es, dafs dieselben verstärkt oder geschwächt werden, sei es, dafs sie Lagenveränderungen und Drehungen erfahren. Finden wir also bei den Polarlichtern so vielfache Konnexe mit den magnetischen Vorgängen auf der Erdoberfläche, so dürfen wir mit Recht schliefsen, dafs in ihnen Elektrizitätserscheinungen eine Hauptrolle spielen.

Die neuere Zeit hat noch einen anderen Beweis für die elektrische Natur der Polarlichter beigebracht. Zugleich mit den Entfaltungen dieser Lichter in den oberen Regionen der Atmosphäre hat man nämlich auch innerhalb der Erde Ströme nachgewiesen. Freilich fehlen elektrische Ströme innerhalb der Erde zu keiner Zeit, wie die Registrirungen auf unserem Reichstelegraphenamt und Beobachtungen in England, Frankreich, Italien, Rufsland, Ungarn und andern Ländern dargethan haben; man findet, dafs solche Ströme, sie heifsen Erdströme, die Erde stetig durchziehen. Aber zu Zeiten grofser Polarlichtentwickelungen zeigen sie sich besonders stark, so stark, dafs sie unter Umständen allen telegraphischen Verkehr hindern und in die Telegraphenapparate und Telegraphenleitungen eintretend, diese zu vernichten im stande sind. In dem erwähnten Jahr 1859 traten, während am Himmel die Polarlichter brannten, so mächtige Ströme innerhalb der Erde auf, dafs in Deutschland Gegenströme von 100 Elementen ihre Wirkung auf die Galvanometer der Telegraphenstationen nicht aufheben konnten; in Amerika sah man an manchen Orten aus den Telegraphenapparaten geradezu Feuerströme (streams of fire) hervorbrechen, die Rollen der Apparate wurden so heifs, dafs man sie nicht in der Hand halten konnte; dort bereiteten sich die Beamten sogar das Vergnügen, nach Ausschaltung der gewöhnlichen Batterien mit diesen natürlichen Strömen zu telegraphiren. In letztgenanntem Lande sah man die Erdströme geradezu als Auroral-currents, Polarlichtströme, an. Auch hier fehlt bis jetzt wegen der Neuheit des Gegenstandes der Nachweis, dafs Polarlichter und Erdströme sich ganz genau entsprechen, in den grofsen Zügen ist es sicher.[5])

Solche Erscheinungen, wenn sie einstweilen auch nur qualitativ erforscht sind, geben kräftige Stützen für die Annahme einer elektrischen Natur der Polarlichter. Keine der nicht auf elektrischer (oder magnetischer) Basis begründeten Theorien vermag von denselben Rechenschaft zu geben, wenn man nicht die Hypothese machen will, dafs die Polarlichter, obwohl sie mit den Störungen der Erdströme

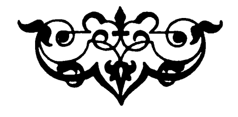
---

[5]) Vgl. den Aufsatz von Palmieri S. 341 f.

und des Magnetismus zusammen auftreten, doch eine Naturerscheinung sui generis sind, die mit jener zugleich und von derselben Ursache hervorgerufen werden.

Es thun diese Erscheinungen aber zugleich dar. dafs die Elektrizität innerhalb der Polarlichter nicht im Zustand der Ruhe vorhanden sein kann, denn so weit unsere bisherigen Erfahrungen reichen. vermag Elektrizität in Ruhe weder Körper zum Leuchten zu bringen. noch Magnete und Elektrizität merklich zu verändern oder in Bewegung zu versetzen. In dieser Hinsicht herrscht denn auch zwischen allen elektrischen Theorien Uebereinstimmung, alle sehen in den Polarlichtern die Elektrizität in Bewegung, sei es in solcher. wie wir sie bei der Entladung elektrisirter Körper bemerken oder in Bewegung, wie sie durch elektrische Elemente, Dynamomaschinen u. s. f. beispielsweise in unsern Glühlampen bewirkt wird. Die Bewegung kann also in einer Entladung oder Strömung bestehen. Die schwierigste Frage für die elektrischen Theorien ist die, woher stammt die Elektrizität der Polarlichter?

(Schlufs folgt).





Meteorologische Volksbücher.

Ein Beitrag zur Geschichte der Meteorologie und zur Kulturgeschichte.

Von Professor Dr. G. **Hellmann**,

Mitglied des Kgl. Meteorologischen Instituts zu Berlin.

(Schlufs.)

Das Wetter im Kalender, insbesondere der „Hundertjährige Kalender“.

Man begegnet sehr häufig der Meinung, dafs die Wettervorhersagungen im Kalender erst seit der Entstehung des hundertjährigen Kalenders existiren. Das ist nicht richtig. Schon im grauen Alterthum finden sich derartige Witterungsangaben in den zur Regelung der Zeitrechnung vorgesehenen kalenderartigen Einrichtungen. Sehen wir ganz ab von den entsprechenden Vorkehrungen der Babylonier, wie sie die Entzifferung der neuen Keilschrift-Funde wahrscheinlich gemacht hat, so wissen wir aufs bestimmteste von Meton, dem Reformator des griechischen Kalenders im 5. Jahrhundert v. Ch., dafs er in seinem neunzehnjährigen Kalender zu den Auf- und Untergängen vieler ausgezeichneter Sterne die Winde und den Wechsel der Witterung — ἐπισημασίαι —, womit sie im Klima Athens der Regel nach begleitet sind, hinzufügte. Nach dem bereits oben zitirten Theophrastos περὶ σημείων ὑδάτων war sein Lehrer Phaeinos einer der ersten, die dergleichen meteorologische Beobachtungen angestellt hatten, welche von nun an in keinem griechischen Kalender fehlen durften. Wie Ideler in seinem „Handuch der mathematischen und technischen Chronologie“, I S. 314, bemerkt, bedeutet das Wort ἐπισημασία eigentlich die Anzeige der Ankunft und wird besonders von den Veränderungen der Witterung gebraucht, womit sich die auf- und untergehenden Sterne ankündigen. Das entsprechende lateinische Wort ist significare. „Ursprünglich betrachtete man die Fixsternerscheinungen nur als Signale der Witterungswechsel, und konnte es mit Recht, insofern gewisse

Hauptwechsel zu gewissen Zeiten des Sonnenjahrs einzutreten pflegen. Man kam aber bald dahin, dieselben als Wirkungen der Auf- und Untergänge der Sterne, mit denen sie sich gleichzeitig einstellen, anzusehen, ein Wahn, der sich bis auf die neuern Zeiten erhalten hat, nur mit dem Unterschiede, dafs man allmählich die Planeten in ihren Aspekten oder verschiedenen Stellungen untereinander oder gegen die Sonne für die Fixsterne gesetzt hat" (Ideler).

Gegen diesen aus dem Orient stammenden astro-meteorologischen Aberglauben, der in der oben besprochenen Practiken-Literatur seine höchste Blüthe erreichte, wandte sich schon der etwa ein halbes Jahrhundert v. Ch. lebende griechische Astronom und Meteorologe Geminos im 14. Kapitel seiner Einleitung in die Astronomie (Εἰσαγωγὴ εἰς τὰ φαινόμενα), welche heute noch lesenswerth ist. Aus seinen Ausführungen[14]) geht deutlich hervor, erstens, dafs schon lange vor ihm ziemlich regelmäfsige meteorologische Beobochtungen gemacht worden sein müssen und zweitens, dafs man ursprünglich der Meinung war, „die Aufgänge der Gestirne sind nicht selbst die Ursache der Luftveränderungen."

Metons neunzehnjähriger oder richtiger immerwährender Kalender mit seinen durchschnittlichen Witterungsangaben fand grofsen Beifall und kam bald an öffentlichen Säulen (στῆλαι nach Aelian) in Athen zur öffentlichen Ausstellung und Einsichtnahme für das Publikum, eine Einrichtung, die als das Urbild unserer modernen Wettersäulen betrachtet werden kann.

Auch bei den Römern blieb es Brauch, mit dem Calendarium Angaben über den Auf- und Untergang gewisser Gestirne, über Witterungswechsel, über pflanzen- und thierphänologische Erscheinungen zu verbinden, und wenn man z. B. das „Calendarium vetus Romanum" durchgeht, welches Petavius in seinem eben zitirten „Uranologion" (S. 102—110) aus den Schriften von Ovid, Columella und Plinius rekonstruirt hat, so wird man über die Fülle meteorologischer Angaben darin wahrlich erstaunt sein.

Es war daher ein entschiedener Rückschritt, als man in den ersten gedruckten Kalendern (die auch nur immerwährende waren) anstatt dieser auf wirklichen Beobachtungen beruhenden Witterungsangaben blos eine allgemeine Anweisung gab, wie man nach astro-

---

[14]) Eine bequeme Ausgabe von Geminos Schrift findet man in Petavii Uranologion. Lutetiae Parisiorum 1630. Fol. S. 1—70, die hier angezogene Stelle auf S. 56.

logischen Grundsätzen das Wetter vorhersagen könne. So findet sich z. B. in dem von Hans Schönsperger zu Augsburg 1495 gedruckten Kalender, dessen Titel mit den Worten beginnt „In disem teütschen Kalender vindet man gar hübsch nach einander die zwelff zeychen . . . .“ auf der Rückseite vom Blatt g i j ein Kapitel „Von den siben planeten wye sy regnyeren nach des mones scheine. vnnd wie sy wetter geben.“ Aehnliche Abschnitte enthält das berühmte französische Volksbuch „Le grand calendrier et compost des bergers“, welches zuerst im Jahre 1493 zu Paris erschien und sowohl in Frankreich, als auch durch Uebersetzungen namentlich in England und in Norddeutschland (Lübeck 1519, Rostock 1523), eine ganz aufserordentliche Verbreitung gefunden hat. Auch der für die besonderen Bedürfnisse der Seeleute eingerichtete „Compost Manuel Calendrier et Almanach perpetuel . . . .,“ von dem ich eine Ausgabe Rouen 1595. 4⁰ besitze, bringt zwei sehr ausführliche Kapitel über das Wetter, nämlich „L'Almanach perpetuel pour la temperature du temps“ und „Des vingt huit mansions de la lune temperees seches, humides froides ou nubileuses lesquelles changent bien souuent la temperature du temps quand la Lune est en icelles principallement quand elle est aidee à cela par les aspects des Planettes.“ Von einer ähnlichen deutschen und italienischen Publikation soll später die Rede sein. Hatten also schon die Verfasser der ersten immerwährenden Kalender den alten astro-meteorologischen Aberglauben übernommen, so wurde dieser noch weit mehr unter das Volk gebracht, als der Kalender anfing eine periodische Publikation zu werden. Zwar hat man schon zu Ende des 15. und zu Beginn des 16. Jahrhunderts Kalender für einzelne Jahre herausgegeben, dieselben bestanden aber gewöhnlich nur aus einem Blatt in grofs Folio mit den nothwendigsten Angaben des astronomischen und kirchlichen Kalenders, nicht unähnlich unseren jetzigen Wandkalendern. Dagegen existiren Kalender in der ungefähren Einrichtung der heutigen erst seit der Mitte des 16. Jahrhunderts. Bei der grofsen Seltenheit dieser Literatur vermag ich zur Zeit allerdings nicht zu sagen, ob schon die allerersten jährlich erscheinenden Kalender spezielle Wettervorhersagungen enthielten: doch scheint es mir wahrscheinlich, da bereits Kalender aus den sechsziger und siebenziger Jahren des 16. Jahrhunderts für solche Angaben eine stehende Rubrik besitzen. Als Beispiel wähle ich einen Almanach des bekannten Leonhard Thurneifser zum Thurm, welcher als Arzt, Astrolog und Alchimist im Dienst des Kurfürsten Johann Georg von Brandenburg stand und damals eine grofse Rolle in Berlin spielte. Der erste Thurneifsersche Ka-

lender für das Jahr 1572, eine grofse Seltenheit, welche die Königliche Bibliothek zu Berlin besitzt, führt den Titel „Allmanach, sammpt der **Practica** auff das 1572. Jar", und enthält Wettervorhersagungen in gereimter **Form**, die z. B. für die Tage vom 9.—17. Juli (alten Stils) folgendermafsen lauten:

Juli 9 Orion ghet herfür gar gschwind /
Bringt gwönlich vnstet wetter / wind.
„ 10 Etesiae prodromi / nord Ostwind
Weht fast / wie Plinius verkünd.
„ 11 In Pommern / Preussen man sich hüt /
Vor zu vil Cholera / vbrigen geblüt.
„ 12 Den Orion man gar gantz spürt /
Dem weib es schwer zugberen wird.
„ 13 Naß wetter / gwölket / nebelicht /
In Normandy man auffrhur sicht.
„ 14 Am Hundsrück sterbent / vnd vmb Trier /
Nord / Ost / West / sudwind weht all vier.
„ 15 Am Himmel erscheint der klein hund /
Die zeit so nachfolgt / ist nit gsund.
„ 16[15]) Den Orion man aber sieht /
Bringt guts / drauff ist er gricht.
„ 17 Warm Wetter, sanffte weiche Wind /
Zu diser zeit wir warten sind.

Die meisten Kalendermacher begnügten sich damit, für einzelne Tage die zu erwartende Witterung mit kurzen Worten anzugeben, ähnlich, wie es nach dem Vorbild des 100-jährigen Kalenders noch heute geschieht. Alle diese Angaben basiren natürlich auf demselben astrologischen Aberglauben, der den Praktiken und Prognostiken zu Grunde liegt. Ja oft giebt es von demselben Verfasser für dasselbe Jahr einen allgemeinen Kalender mit solchen Witterungsprognosen und daneben noch eine besondere Praktik. So schrieb z. B. Daniel Origanus, Professor der Mathematik und des Griechischen an der Universität zu Frankfurt a. d. Oder, für das Jahr 1604 einen „Alt vnd

[15]) Bei diesem Datum macht Thurneisser auf der anderen (linken) Seite des Kalenders, wo meist historische Dinge stehen, eine Bemerkung über seinen Geburtstag, die bisher ganz unbeachtet geblieben zu sein scheint:

„An heut war ich Thurneysser gboren /
Meins alters bey zwey und viertzig Jaren."

Darnach müfste also Thurneisser am 16. Juli 1530 geboren sein, während die biographischen Handbücher den 6. August 1531 — ich weifs nicht, auf welche Autorität hin — als Geburtstag angeben.

New Röm. Schreibcalender . . . .“ und ein „Prognosticon Astrologi-physicum“, deren Wettervorhersagungen wenigstens leidlich untereinander übereinstinmen.

Es geht hieraus unzweideutig hervor, dafs die an sich schon umfangreiche Literatur der Praktiken und Prognostiken, welche oben näher gekennzeichnet wurde, nur als ein Bruchstück der Gesammtliteratur astrometeorologischen Inhalts aufzufassen ist, welche sich den Charakter einer gewissen Selbstständigkeit gewahrt hat. Ob Kalender, ob Praktik, im Grunde genommen boten beide Arten von Schriften dem Volke denselben Aberglauben dar. Es ist zwar noch nie der Versuch gemacht worden, eine allgemeine Bibliographie des Kalenders herzustellen, aber auch ohne eine solche läfst sich die Zahl der verschiedenen Kalender des 16. und 17. Jahrhunderts zusammen auf mehrere Tausend veranschlagen.

Kann es uns also Wunder nehmen, wenn das Volk, auf welches gerade der Kalender mehr als irgend ein anderes Buch einwirkt — weil es aufser der Bibel und dem Gebetbuch meist das einzige ist, welches der Landmann kauft — in jenen astro-meteorologischen Anschauungen befangen blieb und nach wie vor an dem Einflufs der Gestirne auf das Wetter und auf viele andere Dinge festhielt? Der gemeine Mann hatte nach seiner Meinung am Kalender einen beständigen Hauspropheten und Astrologen, wie sein Fürst. Er fand darin nicht blofs die Vorhersage des Wetters, sondern auch die glücklichen und unglücklichen Tage, die beste Zeit für Säen, Pflanzen, Holzfällen, wenn er Haar und Nägel abschneiden, Kinder entwöhnen, Schröpfköpfe setzen und Aderlassen sollte, kurz eine vollständige Richtschnur für all' sein Thun und Lassen.

Der Kalender spielt darum in der Kulturgeschichte der Menschheit eine viel gröfsere Rolle, als man gemeinhin annimmt, und es wäre sehr erwünscht, wenn endlich einmal eine umfassende und möglichst erschöpfende Geschichte eines der verbreitetsten aller Bücher geschrieben würde.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über das „Kalenderwetter“ gehen wir dazu über, die Entstehung und Entwicklung des sogenannten Hundertjährigen Kalenders zu betrachten, eines der beliebtesten meteorologischen Volksbücher in Deutschland. Noch bis vor kurzem wufste man wenig Zuverlässiges über ihn und seinen Verfasser; erst eine sehr gründliche bibliographische Studie des Herrn Oberlehrer J. Berthold in Schneeberg (Sachsen) hat volles Licht in diese kulturhistorisch nicht unwichtige Frage gebracht (Bibliographische

Beiträge zur Frage über die Entwickelung des hundertjährigen Kalenders im „Centralblatt für Bibliothekswesen", 1891).

Wie schon Körte (Die Sprichwörter der Deutschen. 2. Auflage Leipzig 1861. S. 553) richtig bemerkt hat, ist der alte geheimnifsvolle D. M. K. A. K. L., welchen man auf früheren Ausgaben des Hundertjährigen Kalenders als Verfasser angegeben findet, kein anderer, als Dr. Mauritius Knauer, Abt des Klosters Langheim bei Kulmbach. Der Abt bekundete von jeher eine besondere Vorliebe für mathematische und astrologische Studien und verbrachte seine Mufsestunden in dem „blauen Thurme", einer kleinen, auf der Klostermauer errichteten Sternwarte. Hier mag ihm wohl die erste Idee zur Abfassung seines Kalenders gekommen sein, dessen Konzept im Jahre 1654 beendet war. Es führt den Titel „Calendarium Oeconomicum Practicum Perpetuum, dass ist Beständiger Hausskalender. Aus welchem jährlich die Witterung zu erkennen und nach dero gestalt der Wein und Veldtbau mit Frucht und nutzen anzuordnen, die Mifsjahr zu erkennen, und der bevorstehenden noth weisslich vorzukommen. Auf das Frankenland und sonderlich auf das Stift Bamberg gerichtet", nnd war ursprünglich für den Oekonomen seines Klosters bestimmt, der unter Beachtung der darin enthaltenen Vorschriften dem Kloster viel nutzen könne. „Doch erhielt auch jeder Konventual von Langheim und Bonz ein Exemplar desselben, und eine grofse Anzahl soll überdies um unendlich hohe Preise verkauft worden sein. Diese gute Aufnahme des Buches von Seiten des Publikums und die eindringlichen Vorstellungen der Ordensbrüder bewogen Knauer, wenn auch erst nach längerem Zögern, den Kalender durch Druck zu vervielfältigen und für das Volk gemeinnützlicher zu machen" (Berthold). Die erste Drucklegung soll noch vor dem 1664 erfolgten Tode Knauers geschehen sein; doch hat sich bisher kein so frühes Druckexemplar auffinden lassen. Das schliefst indessen nicht aus, dafs es in Wirklichkeit nicht existirt hat, erfahren wir doch aus Bertholds diesbezüglichen Nachforschungen, dafs die älteste bis jetzt bekannte Ausgabe des Knauerschen Kalenders nachweislich nur noch in einem Exemplare, und zwar in der Széchényi-Reichsbibliothek zu Budapest, vorhanden ist. Dieselbe wurde von dem Thüringischen Arzte Christoph von Hellwig besorgt, welcher unstreitig am meisten zur Verbreitung des Knauerschen Kalenders beigetragen hat, und erschien im Jahre 1701 zu Erfurt bei Joh. Georg Starcke. Mit ihr fast ganz übereinstimmend ist eine in meinem Besitz befindliche frühe Ausgabe (Berthold giebt ihr die Ordnungsnummer 3) ohne Jahresangabe des Druckes, welche zu Eis-

leben bei Andreas Clajus erschien. Der Seltenheit wegen ist der Titel hier in Facsimile-Druck wiedergegeben.

Curiöser
Kalender/
Welcher auf das jetzige Seculum, nach Christi Gebuhrt/
nemlich
von 1701. bis 1801.
gestellet/
Darinnen zufinden/
Wie ein jeder Hauß-Vater/ hohes
und niedriges Standes/ sein Haußwesen künfftig mit Nutzen einrichten/ und von Frucht- und Unfruchtbarkeit jedes Jahr/ Monat und Tag/ solche gantze Zeit über/ nach der 7. Planeten Influentz/ judiciren möge;
Nebst angefügter kurtzen Anweisung/ zu den
unter die Planeten gehörigen Metallen und Mineralien &c. wie auch ihren kräfftigen Würckungen im Menschlichen Leibe.
Ausgestellet
von
L. Christoph. Hellwig/
Côlledâ Thur. P. L. Cæs. Phisic. zu Tännstädt.
ErFFurt/
Gedruckt und Zufinden bey Andr. Clajo.

Von diesem durch Hellwig besorgten Kalender erschienen nach Bertholds Nachweisungen mindestens 40 verschiedene Auflagen, welche in Titel und Umfang aufserordentlich verschieden sind. Während die ersten Ausgaben 88 bis 96 Seiten umfassen, schwellen die späteren zu 376, ja bis zu 442 Seiten an. Merkwürdiger Weise ist

letztere Ausgabe, die 1786 zu Leipzig erschien, ein vom Professor der Astronomie an der dortigen Universität, Chr. Friedr. Rüdiger, verfafster Protest gegen den 100-jährigen Kalender, der gegen den alten Aberglauben aufs lebhafteste zu Felde zieht und dafür allgemein verständliche Belehrungen über astronomische und meteorologische Dinge seinen Lesern bietet. Wenn trotzdem der Titel dieses Buches mit den Worten beginnt „Christoph von Helwig's hundertjähriger Kalender . . .“, so mufs man annehmen, dafs buchhändlerische Rücksichten das Weglassen dieser Bezeichnung verboten; es wäre sonst wahrscheinlich nicht gekauft worden.

Die erste Ausgabe des Kalenders, in welcher ausdrücklich Knauer als Verfasser genannt wird, datirt — soweit wir bis jetzt wissen — erst vom Jahre 1704. Er erschien bei Nath. Lümscher zu Culmbach, zählt 88 Seiten und führt einen sehr ähnlichen Titel, wie das oben genannte Knauersche Manuskript. Von dieser zweiten Gattung des Kalenders hat Berthold 90 verschiedene Auflagen als noch vorhanden nachweisen können; man darf aber annehmen, dafs es deren mehr giebt. Der genannte Gewährsmann spricht sogar die Vermuthung aus, dafs der hundertjährige Kalender bis jetzt in etwa 220 verschiedenen Auflagen erschienen ist.

Es giebt in der That sehr wenige Bücher, welche eine so aufserordentliche Verbreitung gefunden haben. Wahrscheinlich hat nur die Bibel und die „Nachfolge Christi“ von Thomas a Kempis mehr Auflagen, als der Hundertjährige, erlebt. Wenn man aber bedenkt, dafs dieser Kalender fast ausschliefslich in Ländern deutscher Zunge gebraucht wird, während jene beiden Bücher auf der ganzen Erde verbreitet sind, so bekommt man von der Lebensfähigkeit des hundertjährigen Kalenders einen noch höheren Begriff, namentlich wenn man sich der Thatsache bewufst bleibt, dafs neben dem Kalender als Ganzes ein Theil seines Inhaltes auch in den meisten anderen Kalendern, deren Ausgaben nach Tausenden zählen, immer und immer wieder Aufnahme gefunden hat. Man kommt dann zu der traurigen Ueberzeugung, dafs die Lehren des hundertjährigen Kalenders in Deutschland fast ebenso verbreitet sind, wie diejenigen der Bibel.

Diese Erkenntnifs wirkt um so betrübender, da man weifs, dafs es Irrlehren sind, welche durch den Hundertjährigen in Fleisch und Blut des deutschen Volkes übergegangen sind. Sehen wir uns, um das recht zu begreifen, seinen Inhalt einmal etwas genauer an!

Dem Knauerschen Kalender liegt die Idee zu Grunde, dafs die sieben Planeten des Ptolemäischen Systems — Saturn, Jupiter,

Mars, Sonne, Venus, Merkur und Mond — der Reihe nach die Witterung eines Jahres bestimmen nach den Eigenschaften, welche ihnen schon von den Astrologen des Alterthums beigelegt wurden. Dabei wird das Jahr vom Frühlings-Aequinoctium an gerechnet.

Diese siebenjährige Verschiedenheit der Witterung gestaltet sich „insgemein“ wie folgt:

Saturn

„ist einer kalten Natur / und etwas wenig trucken“

„Das Saturnische Jahr ist kalt und feucht, denn ob es schon zu gewissen Zeiten etwas trucken, ist es doch mehrentheils mit Regen angefüllet, und daher ein kaltes ungeschlachtes Jahr“

Jupiter

„warm und feucht, mittelmäßig und lüfftig“

„Das ist ziemlich, doch mehr feucht, denn trucken, weiln aber Saturnus, sein Vorfahrer, mit seinem langwierigen Winter und grimmiger Kälte im Frühlinge noch anhält, giebt es ein spätes Jahr, ob schon Jupiter zu aller Fruchtbarkeit geneigt ist, also, daß mannichmalen in diesem Jahre alle Früchte drey Wochen später, als sonsten in andern Jahren, herfür wachsen“

Mars

„sehr hitzig und trucken“

„Es ist mehr trucken dann feucht, dann ob es schon zu gewissen Zeiten regnet, seynd doch mehr trockene Jahre im Marte“.

Sonne

„Dieser Planet ist mittelmäßig gut, warm und trucken“

„Das Solarische Jahr ist durch und durch trucken, wenig feucht, mittelmäßig warm“.

Venus

„feucht und warm, doch minder dann Jupiter“

„Ist mehr feucht dann trucken, so man alle Theil des Jahres zusammen nimmt, auch geschwülich, und ziemlich warm.“

Merkur	
„ist einer veränderlichen und unbeständigen Natur .... kalt und trucken“	„Ist mehr trucken und kalt, als warm, selten fruchtbar.“
Mond	
„ist kalt und feucht, doch etwas wenig warm dabey“	„Ist gemein mehr feucht denn kalt und trucken.“

In ähnlicher, doch etwas ausführlicherer Weise wird der allgemeine Witterungscharakter des Frühlings, Sommers, Herbstes und Winters in jedem der sieben Jahre geschildert; hierauf folgen ebenso gehaltene Angaben über das Gedeihen der Feldfrüchte und des Weins, über Ungeziefer und Krankheiten nach den feststehenden Rubriken: Sommer-Bau; Winter-Bau; Herbst-Saat; Obst; Hopfen; Wein-Bau; Wind, Gufs und Ungewitter; Ungeziefer; Fische; Krankheiten. Hieran schliefst sich die „Particular-Witterung“, der wichtigste Theil des hundertjährigen Kalenders, der leider noch heute in fast allen für das Volk bestimmten Kalendern sich wiederfindet. Als Beispiel für diesen Abschnitt wähle ich ein Jahr, in welchem die Sonne regiert (wie z. B. 1891) und setze die eben erlebte Witterung in Berlin daneben, um gleich zu zeigen, wie falsch die Angaben des Hundertjährigen sind:

„Particular-Witterung“	Wirkliche Witterung.
„Aprilis, von Anfang kalt, den 4. schön und warm, 8. windig und Platzregen, 9. bis 11. schön warm, 18. Guß und Ungewitter, 19. schön, darnach Ungewitter mit Donner, bis 23. Dann rauhe rohe Lufft, 25. sehr kalt und darbey trüb, 30. trüb.“	Kühles und trübes Wetter bis zum 27., von da an warm. Die prophezeiten Platzregen, Ungewitter und Donner blieben ganz aus. Es schneite am 1. und 2., regnete täglich vom 7. bis zum 20. und am 30.

Am Schlufs des hundertjährigen Kalenders folgen Tabellen über die Tageslänge, über das Regiment der Planeten in den einzelnen Jahren, Tages- und Nachtstunden und über die „unglücklichen Tage, wie solche in jedem Monat sich befinden“, zuletzt noch die „Metalle und Mineralien, wie solche unter die Planeten gehören“.

Das ist der Inhalt der ersten Ausgaben des Hundertjährigen, welcher später durch allerlei fremde Zuthaten stark vermehrt worden ist. Es fragt sich nun, welche besondere Vorzüge besitzt derselbe,

um so allgemeinen Anklang beim Volke finden zu können, und welches Verdienst hat Knauer selbst an seinem Kalender.

Dafs der Abt von Langheim nicht zuerst den Einflufs der Planeten auf die Witterung behauptet hat, geht aus meinen obigen Ausführungen schon zur Genüge hervor. Auch kann ich ihm das Verdienst nicht zusprechen, den regelmäfsigen Wechsel der sieben Planeten in der Herrschaft erfunden zu haben; denn ein solcher Wechsel (allerdings von 4 mal 7 gleich 28 Jahren) liegt schon dem viel älteren italienischen Kalender des Rutilio Benincasa, von dem ich weiter unten Einiges beibringen werde, zu Grunde. Der Knauersche Kalender scheint vielmehr nur deshalb dem Volke so vollkommen gewesen zu sein, weil er in viel einfacherer, klarerer und bestimmterer Weise die Witterung und das Wachsthum einer ganzen Reihe von Jahren im Voraus angab, als es die damals noch zahlreich erscheinenden Praktiken und Prognostiken thaten. In diesen wurde das ganze komplizirte System der Astrologie mit seinen vielen, dem gemeinen Manne unverständlichen Worten und Zeichen zu Hülfe genommen, um eine Prognose in möglichst geschraubten Ausdrücken zu Wege zu bringen, wogegen der hundertjährige Kalender kurz und bündig das Wetter vorhersagte. Knauer schuf ein Volksbuch im wahrsten Sinne des Wortes. Darin liegt meines Erachtens der Hauptgrund für die aufserordentliche Beliebtheit, deren sich dieser Hausfreund des deutschen Landmanns von seinem Entstehen an zu erfreuen gehabt hat.

Nach Berthold, welcher die auf der Bamberger Bibliothek noch vorhandenen Manuskript-Exemplare des Knauerschen Kalenders eingesehen hat, soll übrigens der Abschnitt „Partikular-Witterung" wirkliche Beobachtungen Knauers enthalten und erst von Christoph von Hellwig fälschlicherweise als Vorhersage aufgefafst worden sein. Wie bereits oben bemerkt wurde, hat aber gerade dieser Theil durch Aufnahme in allen anderen (gewöhnlichen) Kalendern die allergröfste Verbreitung gefunden. Sehr viele Leute, die nie eine Ausgabe des Hundertjährigen zu Gesicht bekommen haben, kennen und benutzen diesen Theil ihres Kalenders, glauben wohl auch, dafs der Kalender deshalb ein hundertjähriger genannt wird, weil nach hundert Jahren dieselbe Witterung sich wiederholt.

Das ist, wie wir oben sahen, nicht der Fall; die Bezeichnung „Hundertjähriger Kalender" rührt erst von dem mehrfach genannten Hellwig her; denn Knauer schrieb ein „Calendarium oeconomicum practicum perpetuum", d. h. einen immerwährenden Kalender. Un-

leugbar hat auch der glücklich gewählte Titel nicht wenig zur Verbreitung des Buches beigetragen; der Landmann kauft lieber einen Kalender, der ihm auf hundert Jahre, also jedenfalls für die Zeit seines Lebens, den erwünschten Bescheid giebt, als jedes Jahr eine neue Practica.

Die Unrichtigkeit der Angaben des Hundertjährigen wurde natürlich schon frühe von einzelnen Gelehrten erkannt. Christoph von Hellwig gerieth wegen desselben in einen erbitterten Streit mit dem Jenenser Professor Posner, welcher den neuen Wetterpropheten schonungslos angriff. Bekanntlich nutzen aber solche gelehrte Streitschriften der guten Sache unmittelbar nur wenig. Trotz dieser und mancher anderer Angriffe wurde der hundertjährige Kalender auf seinem Siegeszuge, den er in Deutschland hielt, keineswegs gestört. Selbst in den preufsischen Kalendern, welche unter der Aufsicht der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin herauskamen, fand er freundliche Aufnahme — bis zum Jahre 1779. Da auf einmal sollte mit dem Hundertjährigen gebrochen werden: „Die königliche Akademie der Wissenschaften — heifst es im Vorbericht — hat für schicklich gehalten, in der bisherigen Einrichtung der Kalender eine merkliche Veränderung machen zu lassen. Sie konnte nicht länger zusehen, dafs der gemeine, unwissende Mann durch ungegründete Wetter-Prophezeiungen, durch unnütze Anzeige der Tage, die man ehedem zum Aderlassen, Schröpfen, Kinderentwöhnen u. dergl., wiewohl ganz ohne Grund, für vorzüglich gut gehalten hat, und durch mehr albernes Zeug, hinters Licht geführt würde. Sie hat also befohlen, dafs alles dieses unnütze Zeug künftig aus ihren Kalendern weggeschafft werden soll.“ Anstatt dessen enthielt der neue Kalender ohne Wetterprophezeiungen „nützliche und angenehme Sachen zum Unterricht des Landmannes und des Bürgers“. Die Akademie hatte sich aber getäuscht, wenn sie glaubte, dem Landmann durch den verbesserten Kalender einen Gefallen zu erweisen. Er wurde einfach nicht gekauft, und nie solls auf den Jahrmärkten lebhafter zugegangen sein als damals. In den Buden der Buchbinder, welche die Kalender verkauften, war ein verwirrtes Getöse von Murren, Lachen, Schmähen und Spotten. Es entstand eine förmliche Revolte gegen die Kalenderreform, bei der sich viele betheiligten, die sich zum gemeinen Mann nicht rechnen lassen, ohne beleidigt zu werden. Doch der Zweck wurde erreicht: der Kalender fürs Jahr 1780 enthielt wieder die alten Wetterprophezeiungen, wie ehedem. Die Akademie, welche einen sehr erheblichen Theil ihrer Einkünfte aus dem Kalenderregal bezog, hatte

nachgeben müssen. Das leidige Geld war wieder einmal der *nervus rerum* gewesen und hatte den Ausschlag gegeben. Und genau so geschieht es noch heute. Wie viele Kalender-Verleger mögen nicht von der Haltlosigkeit der Wetterangaben in ihren Kalendern überzeugt sein und können sich aus „Geschäftsrücksichten" doch nicht entschliefsen, den Hundertjährigen über Bord zu werfen! Erst dann, wenn das Volk selbst die Wetterprophezeiungen nicht mehr verlangt, kann es in dieser Beziehung besser werden. Dazu kann aber meines Erachtens nur die Schule und weitere allgemeine Aufklärung des Volkes verhelfen. —

Der hundertjährige Kalender hat, wie bereits bemerkt, fast ausschliefslich in Deutschland Verbreitung gefunden; allerdings ist eine russische und eine czechische Uebersetzung desselben bekannt geworden, aber in den wichtigsten Kulturstaaten West- und Südeuropas ist er unbekannt geblieben. Der Grund dafür liegt zweifelsohne darin, dafs diese Länder selbst schon ähnliche Werke besafsen. Ich will einige dieser Schriften noch in Kürze erwähnen und beginne mit der ältesten mir bekannt gewordenen, dem bereits oben erwähnten „Almanacco Perpetuo" des Rutilio Benincasa, dessen erste Ausgabe ins Jahr 1593 fällt. Das dickleibige Buch (über 600 Seiten kl. 8°) des sonst ziemlich unbekannten Verfassers, von dem ich nur angeben kann, dafs er 1550 zu Cosenza in Unteritalien geboren wurde und 1625 starb, fand in Italien aufserordentlichen Beifall; denn es erlebte wahrscheinlich 40 Auflagen. Es erinnert in seiner ganzen Anlage etwas an ein ähnliches, aber kleineres Werk unseres norddeutschen Landsmannes Joh. Colerus, welcher im Jahre 1591 ein „Calendarium oeconomicum et perpetuum" herausgab; allein, während in diesem nur allgemeine Wetter- und Bauernregeln mitgetheilt werden, findet sich in Benincasas Almanacco zum ersten Male ein planvolles Wechselsystem in der Herrschaft der Planeten über das Wetter. Nach je 28 Jahren sollen die sieben Planeten wieder als Jahresregenten in derselben Reihenfolge auftreten. In einer Ausgabe dieses Almanachs vom Jahre 1700 wird auf S. 183 folgendes „Pronostico perpetuo" für die 28 Jahre von 1686—1713 mitgetheilt: Sonne, Mars, Merkur, Jupiter, Venus, Sonne, Mond, Mars, Merkur, Venus, Saturn, Sonne, Mond, Merkur, Jupiter, Venus, Saturn, Mond, Mars, Merkur, Jupiter, Saturn, Sonne, Mond, Mars, Jupiter, Venus, Saturn. Dabei werden aber auch noch die übrigen Himmelszeichen, Konstellationen u. s. w. als einflufsreich auf die Witterung beachtet.

Der berühmteste Wetterprophet in den Ländern französischer

Sprache war Mathieu Laensbergh, über dessen Lebensschicksale so gut wie nichts bekannt ist. Man hat zwar oft behauptet — und das Lütticher Landvolk läfst sich diesen Glauben auch heute noch nicht nehmen — dafs Laensbergh ein Kanonikus an der Bartholomäuskirche oder gar ein Bischof in Lüttich gewesen sei, aber genaue Nachforschungen in den Kirchenbüchern haben nichts von alledem ergeben. Wir wissen nur, dafs zuerst im Jahre 1636 zu Lüttich ein Almanach erschien, als dessen Verfasser sich ein gewisser Mathieu Lansbert bezeichnete und dafs vom Jahre 1647 ab der Name in Laensbergh umgewandelt wurde.[16]) Dieser Kalender, dessen Abschnitte „Prognostication" und „Prédiction" grofsen Beifall fanden und den fabelhaften Erfolg des Buches bedingten, ist seitdem in Lüttich Jahr für Jahr erschienen und schon im 17. Jahrhundert vielfach nachgeahmt und nachgedruckt worden. In Brüssel, Tournai, Lille, Rouen, Mans, Mantereau, Epernay, Troyes und besonders in Paris erscheinen jährlich Dutzende von Kalendern mit Wettervorhersagungen unter dem Schutz des ehrwürdigen „Maistre Mathieu Laensbergh", der in seiner Heimath eine so volksthümliche Persönlichkeit geworden ist, dafs man während der Jahre 1825—1829 sogar eine Zeitung unter seinem Namen in Lüttich erscheinen liefs.

In neuerer Zeit hat Mathieu Laensbergh mehrere Konkurrenten in Frankreich erhalten: Mathieu (de la Drôme) und Raspail. Unter des ersteren Namen erscheint seit 1864 ein „Annuaire (bezw. Almanach) Mathieu (De La Drôme). Indicateur Du Temps" das sich dank der geschickten Operationen[17]) des Verlegers, Henri Plon, grofser Beliebtheit erfreut. Es scheint mir nicht unwahrscheinlich, dafs dieser bereits 1865 verstorbene Politiker und Schriftsteller die Aehnlichkeit seines Namens mit dem des berühmten belgischen Kollegen dazu benutzt hat, seinem Annuaire von vornherein gröfsere Verbreitung zu verschaffen. Aus einer Abhandlung „De la prescience du temps", die Mathieu de la Drôme dem „Congrès des délégués des sociétés

[16]) Recherches bibliographiques sur les almanachs belges, par A. Warzée. Bruxelles 1852. 8°. S. 20.

[17]) So veröffentlicht Plon im Annuaire für 1865 einen reizend geschriebenen Feuilletonartikel von Alexandre Dumas, welcher gerade in Italien ist und mittheilt, was Italien über die Wettervorhersagungen des Mathieu de la Drôme denkt. Natürlich das Beste! Das war aber durchgehends nicht der Fall; denn ich besitze ein kleines im Paduaner Dialekt geschriebenes Büchlein: „A Mathieu De La Drôme. Sestine in vernacolo de L... D. Padoa 1864. 16°," in welchem der anonyme Verfasser sich über den Wetterpropheten und seine Anhänger lustig macht

savantes" im März 1864 einreichte, geht hervor, dafs er bei der Prognosenstellung hauptsächlich auf die Stellung der Sonne und des Mondes Rücksicht nimmt und frühere Wetterbeobachtungen für die wiederkehrenden gleichen Positionen als gültig annimmt: „Connaissant, par des observations antérieures, le temps que ces positions ont donné dans le passé, je connais le temps qu'elles donneront dans l'avenir. Mêmes causes, mêmes effets." Das klingt so wissenschaftlich und ist doch so falsch. Aufser dem „Annuaire Mathieu (de la Drôme)," welcher einen Frank kostet, erscheinen alljährlich noch „Le Double Almanach" und „Le Triple Almanach" desselben Verfassers zum Preise von nur 30 bezw. 50 centimes.[18])

Der Erfolg, den dieser Kalender erzielte, veranlafste wahrscheinlich die Herausgabe des „Almanach et Calendrier Météorologique" durch F. V. Raspail im Jahre 1865, der meines Wissens bis jetzt gleichfalls fortgesetzt wird. Der Verfasser, über dessen wechselvolle Lebensschicksale man Glaesers „Biographie nationale des contemporains" nachlesen möge, gründet seine Wetterprognosen auf den bekannten 19-jährigen Mondcyklus, der bereits früher in den Wetterkalendern (Giornale astrometeorologico per l'anno . . . .) des Italieners Toaldo Verwerthung gefunden hatte. Raspail, der in der meteorologischen Literatur ziemlich gut Bescheid weifs, geht vor allem auf die vortrefflichen Arbeiten seines Landsmannes Louis Cotte zurück und druckt immer einen entsprechenden Jahrgang der älteren Pariser Beobachtungen in extenso ab, so z. B. im Kalender für 1867 die Aufzeichnungen vom Jahre 1810 ($1867-1810 = 57 = 3 \times 19$).

Auch in England ist an Kalendern mit Wetterprophezeiungen von jeher kein Mangel gewesen; es scheint aber, als ob keiner der englischen Propheten zu solcher Berühmtheit gelangt wäre, wie unser Moritz Knauer oder der belgische Mathieu Laensbergh. Dagegen dürfte die Anzahl derartiger verschiedener Publikationen hier noch gröfser als anderswo sein. Trotz der grofsen Unzugänglichkeit dieser Art von Literatur, namentlich für die aufserhalb Englands Lebenden, sind allein aus diesem Jahrhundert zu meiner Kenntnifs, bezw. in meinen Besitz gelangt solche Schriften von Blake, Doxat, Legh, Murphy, Simmonite und Whistlecraft. Sie führen meist den Titel „Weather-Almanac" und basiren auf irgend welchen astro-meteorologischen Grundsätzen, die dem Verfasser wahrscheinlich oft selbst

[18]) Bei demselben Verleger kommt aufserdem noch ein „Almanach prophétique" und ein „Almanach astrologique" heraus.

nicht verständlich sind. Dagegen hat eine Art von englischem Schäfer-Wetter-Kalender, in dem wirklich ein guter Kern steckt, weitere Verbreitung beim Volke gefunden und ist selbst ins Deutsche und Französische übersetzt worden. Ich meine „The Shepheard's Legacy; or John Clearidge his forty years experience of the Weather ....“, ein Büchelchen von 32 Seiten, welches zuerst im Jahre 1670 zu London erschien und seitdem mehrfach neu aufgelegt wurde. Es enthält fast ausschliefslich natürliche Wetterzeichen, wie sie der im Freien lebende Schäfer täglich zu beobachten Gelegenheit hat.

Doch nun genug von den Wetter-Kalendern. Ich hätte deren leicht noch mehr aufzählen können; allein man wird auch so schon zu der Ansicht gekommen sein, dafs wahrlich immer noch viel zu viel von diesen Wetterprophezeiungen dem leichtgläubigen Volke geboten wird. Die Verfasser derartiger Schriften bedenken leider nicht, dafs für das Volk nur gerade das Beste gut genug ist, huldigen vielmehr dem alten Spruche, den ich als Motto über die letzten Kapitel hätte setzen können „mundus vult decipi, ergo decipiatur“; denn von der Richtigkeit ihrer Prophezeiungen sind sie doch zumeist selbst nicht überzeugt. In einer Geschichte der Verirrungen des menschlichen Geistes dürfte eine ausführliche Darstellung des Wahnes, das Wetter auf ein ganzes oder gar mehrere Jahre im Voraus angeben zu wollen, eine geeignete Stelle finden, und ich zweifle nicht, dafs sie auch eine willkommene Ergänzung zu Adelungs „Geschichte der menschlichen Narrheit“ bilden würde.

Mit einem so traurigen Rückblick möchte ich indessen nicht schliefsen; ist doch der Ausblick auf die Zukunft ein viel erfreulicherer. Denn gerade im Rahmen eines geschichtlichen Ueberblicks, wie ich ihn im Vorstehenden zu geben versucht habe, läfst sich am besten erkennen, dafs wir in dieser Beziehung erhebliche Fortschritte gemacht haben. Der rein astrologische Wetteraberglauben ist fast ganz verschwunden, nur von dem Einflufs des Mondes auf das Wetter will das Volk noch nicht lassen. Dabei befolgt es aber nicht etwa bestimmte Systeme, wie solche die modernen Propheten vom Schlage eines Overzier und Falb dem Publikum aufzudrängen suchen, sondern lebt nur der Meinung, dafs mit dem Mondwechsel auch eine Aenderung des Wetters verbunden sein müsse. Hat es lange Zeit geregnet, so hofft der Bauer beim Mondwechsel auf Eintritt trockener Witterung, während er vielleicht schon das nächste Mal bei derselben Mondphase Regenwetter herbeiwünscht. Auch der Glaube an den Hundertjährigen Kalender ist entschieden in Abnahme begriffen, wenn er sich auch

noch Jahrhunderte lang hier und da erhalten wird. Bedenken wir aber nur die eine Thatsache, dafs vor 300 Jahren allein in Deutschland jedes Jahr mehr als zehn Praktiken erschienen, in denen das Wetter für das ganze folgende Jahr vorausgesagt wurde, so müssen wir gestehen, dafs es in dieser Beziehung viel besser geworden ist.

Berichtigungen.

S. **438** Zeile 4 v. o. lies prohemiū statt prohemiūs.
S. **438** Zeile 22 bis 25 v. o. gehört ans Ende der Seite.





Wilhelm Weber †.

Wilhelm Weber in Göttingen, der Nestor der deutschen Physiker, wurde dem Leben am 23. Juni dieses Jahres im 87. Lebensjahre entrissen. Sein aufsergewöhnlich langdauerndes Wirken und Forschen war vornehmlich der Elektrizitätslehre gewidmet und es gebührt Weber als einem der hervorragendsten unter denjenigen Männern, welche die Gegenwart zum Zeitalter der Elektrizität werden liefsen, beim Hinscheiden in ganz besonderem Mafse der Dank der Ueberlebenden.

Wilhelm Eduard Weber ward am 24. Oktober 1804 zu Wittenberg als Sohn einer angesehenen Gelehrtenfamilie geboren. Nach schneller Absolvirung seiner Schul- und Universitäts-Studien liefs er sich 1827 als Privatdozent an der Universität Halle nieder, an der er im vorhergehenden Jahre den Doktorgrad erworben hatte. Schon nach einjähriger Lehrthätigkeit fanden die wissenschaftlichen Leistungen des 24-jährigen jungen Mannes solche Anerkennung, dafs er zum aufserordentlichen Professor ernannt wurde. Aber auch in dieser Stellung blieb er nicht lange Zeit, denn 1831 folgte er einem Rufe nach Göttingen als ordentlicher Professor der Physik. Hier entfaltete sich nun alsbald ein äufserst segensreiches Zusammenarbeiten mit dem genialen Mathematiker Karl Friedrich Gaufs, das zunächst auf eine gründliche wissenschaftliche Durchforschung der erdmagnetischen Phänomene gerichtet war. Mefsapparate aller Art für die Beobachtung der verschiedenen Elemente des Erdmagnetismus erfand Weber bei dieser Gelegenheit in immer zweckdienlicherer Konstruktion, und behufs leichterer Verständigung mit seinem Arbeitsgenossen legte er 1833 einen elektrischen Nadel-Telegraphen nach neu ersonnenem Prinzip an, der das physikalische Kabinet mit Gaufs' Arbeitszimmer auf der Sternwarte verband. Wenngleich nun die Priorität der Idee, den galvanischen Strom zur Zeichengebung in die Ferne zu verwenden, dem Münchener Sömmering zukommt und sonach Weber nicht als der erste Erfinder des Telegraphen bezeichnet werden darf, so war doch



Wilhelm Weber.

hier zum ersten Mal eine längere Telegraphenlinie brauchbarer Konstruktion in wirklich praktischen Gebrauch gekommen, und es begann nun bald diese wunderbarste Erfindung des neunzehnten Jahrhunderts allgemeinere Verbreitung zu finden, obgleich der Gelehrte selbst um die Verwerthung seiner Gedanken sich nicht weiter kümmerte. Die Bedeutung des Göttinger Gelehrten für die Entwicklung der elektrischen Telegraphie ist sonach immerhin eine aufserordentlich grofse und sein geschichtlich denkwürdiger Apparat bildet gegenwärtig mit Recht eine Hauptzierde der telegraphischen Abtheilung des Berliner Postmuseums.

Das äufserst fruchtbare Zusammenwirken mit Gaufs überdauerte auch die akademische Amtsgenossenschaft, welche 1837 ihr vorläufiges Ende erreichte, als Weber gemeinsam mit den Gebrüdern Grimm, Dahlmann, Gervinus, Ewald und Albrecht gegen die Aufhebung der Verfassung seitens des neuen Königs von Hannover, Herzog Ernst August von Cumberland, protestirte und diesen kühnen Muth durch Amtsentsetzung büfsen mufste. Weber durfte indessen, was den übrigen der „Sieben“ nicht verstattet ward, in Göttingen bleiben und privatisirte dort, seine gemeinsam mit Gaufs begonnenen Untersuchungen ohne Unterbrechung fortsetzend, bis er im Jahre 1843 zum ordentlichen Professor in Leipzig ernannt wurde. Trotz der Entfernung blieb aber auch nun noch die Verbindung mit Gaufs bestehen und beider Forschungsergebnisse wurden zum Theil auch fernerhin in den „Resultaten aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins“ veröffentlicht. Aufserdem reiften in Leipzig die schon lange verfolgten elektro-dynamischen Studien Webers zu seinem berühmten „elektrischen Grundgesetz“ aus, das die wechselseitigen, abstofsenden oder anziehenden Einwirkungen benachbarter elektrischer Ströme, die in ihrer Wirkungsart schon von Ampère erforscht worden waren, auf die längst bekannten Kräfte zwischen positiven und negativ-elektrischen Theilchen zurückführte, welche sich Weber in galvanischen Strömen gleichzeitig nach entgegengesetzten Richtungen hin fliefsend dachte. Zu diesem glänzenden Erfolge gelangte Weber unter alleiniger Zuhilfenahme der Verallgemeinerung des Coulombschen Gesetzes, dafs die Fernewirkung elektrischer Massen aufser von ihrer Lage auch noch von der relativen Bewegungsgeschwindigkeit derselben abhängt und bei einer gewissen Schnelligkeit der Entfernungszunahme schliefslich ganz aufhört. Allerdings wurden später gegen dieses Webersche Gesetz von bedeutenden Physikern, wie Helmholtz, Clausius und anderen, verschiedene Einwände er-

hoben, da man nachweisen zu können glaubte, dafs es dem Gesetz von der Erhaltung der Kraft widerspreche; aber diese Anfechtungen sind grofsentheils von Weber selbst, sowie von seinem treuen Anhänger Zöllner widerlegt oder doch als nicht beweiskräftig erwiesen worden. Da nun bis jetzt noch keine Thatsachen, welche jenem Gesetz widersprächen, aufgedeckt wurden, aufserdem aber die neuerdings so wichtig gewordenen und sonst ganz räthselhaften Induktionserscheinungen sich leicht aus ihm ableiten lassen, so dürfte gegenwärtig die Mehrzahl der Physiker in dem schwierigen Gelehrtenstreite auf Webers Seite stehen.

Als ein weiteres grofses Verdienst Webers mufs die Einführung des sogenannten absoluten Mafssystems bei elektrischen Messungen aller Art genannt werden. „Absolut" nennt man ein Mafssystem dann, wenn es von willkürlich gewählten Mafseinheiten möglichst frei ist. Webers elektrische und magnetische Mafse schliefsen sich nun eng an die ein für allemal festgelegten und allgemein gebräuchlichen Grundmafse für Länge, Masse und Zeit (Meter, Gramm, Sekunde) an, ohne noch weitere willkürliche Einheiten einzuführen, sind also so absolut, als nur möglich ist. Jeder, der einen Begriff davon hat, welche Rolle in der physikalischen Forschung das Messen spielt, wird die Bedeutung solcher einheitlicher Regelung der Mafse unter Zugrundelegung einer logischen Verkettung der verschiedenartigen Einheiten voll zu würdigen wissen.

Im Jahre 1849 wurde Weber in seine frühere Stellung nach Göttingen zurückberufen und blieb in derselben nun, forschend und grübelnd über die schwierigsten physikalischen Probleme, bis zum Tode, obgleich während der letzten Jahre das hohe Alter die Lehrthätigkeit unmöglich machte. Seinen Freund und Arbeitsgenossen Gaufs überlebte er um nicht weniger als 36 Jahre und auch unter den „Göttinger Sieben" war er als der letzte übrig geblieben. In seinen späteren Lebensjahren führte er namentlich mit dem berühmten Leipziger Astrophysiker Zöllner wichtige Experimentaluntersuchungen über elektrische Probleme aus.

Keineswegs aber war Webers Thätigkeit auf die Elektrizitätslehre oder überhaupt auf die Physik allein beschränkt geblieben. Auch in der Mechanik, Akustik und Physiologie erwarb er sich bleibende Verdienste. Zu nennen sind dabei die in Gemeinschaft mit seinen zwei ebenfalls hochbedeutenden Brüdern verfafsten Werke: „Wellenlehre" und „Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge".

So liegt denn hier ein reiches, edler, nie ermattender Thätigkeit

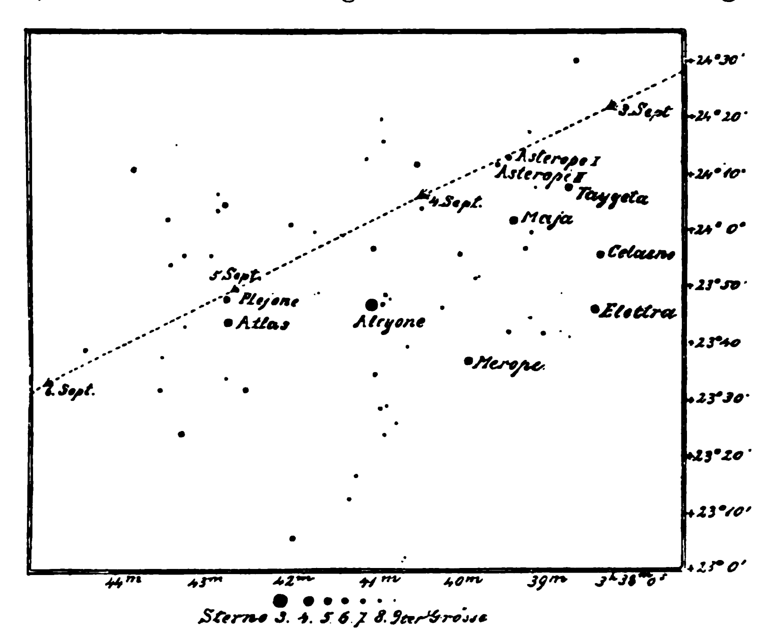
gewidmetes Leben abgeschlossen vor uns, von dem man mit seltenem Recht sagen kann, dafs es gelebt war für alle Zeiten. F. Kbr.



Durchgang des Wolfschen Kometen durch die Plejaden.

Der gegenwärtig wieder sichtbare, 1884 in Heidelberg von Wolf entdeckte Komet wird am 3. September d. J. seine Sonnennähe erreichen. Im Jahre 1884 fiel diese Epoche auf den 18. Nov. und der periodisch zur Erde wiederkehrende Komet hat also zu seinem elliptischen Umlaufe um die Sonne 2480 Tage (nahe 6,8 Jahre) gebraucht. Der Komet wird früher eine von der jetzigen wesentlich verschiedene Bahn beschrieben haben, da er gegen Ende Mai 1875 dem Jupiter sehr nahe gekommen ist und durch diesen eine bedeutende Störung seiner Bewegung erlitten hat. Das Gestirn präsentirte sich im Jahre 1884 als ein kleiner runder Nebel mit kernartigem Mittelpunkte; die Nebelhülle hatte zur Zeit der gröfsten Helligkeit des Kometen (November) etwa $1^1/_2$ Bogenminuten Durchmesser, und die Lichtstärke kam ungefähr der eines Sternes neunter Gröfse gleich. Das Objekt behielt sehr lange dieses Aussehen, nahm nur allmählich an Helligkeit ab und konnte bis ins Frühjahr 1885, von grofsen Fernröhren bis zum April, beobachtet werden. Im heurigen Jahre ist der Komet, dank der Fürsorge mehrerer Vorausberechner seines Laufes, schon Anfang Mai, vier Monate vor der Sonnennähe, aufgefunden worden. Der Weg, den der Komet am Himmel im Verlauf dieses Sommers beschreibt, führt durch den nördlichen Theil der „Fische", über dem Kopfe des „Widders" hinweg gegen den „Stier" und bietet (nach einer freundlichen Mittheilung des Herrn Berberich in Berlin) um die Zeit der Sonnennähe (Anfang September) die bei Kometen keineswegs häufige Erscheinung dar, dafs der Komet durch die Sterngruppe der „Plejaden" läuft. Diese schöne Gruppe von Sternen befindet sich, wie wohl allbekannt ist, östlich vom hellleuchtenden Aldebaran im „Stier" und ist durch 5—6 dem blofsen Auge auffallende, nahe bei einander stehende Sterne leicht kenntlich. Ein gröfseres Fernrohr löst die Plejaden in eine beträchtliche Zahl von Sternen, auf. Die neueren photographischen Aufnahmen der Plejadengruppe zeigen namentlich eine grofse Reichhaltigkeit an schwachen Sternen, deren weit über tausend in jenem Sternhaufen vorhanden sein mögen. Die astronomische Mefskunst hat sich wiederholt damit beschäftigt, die Positionen der helleren Sterne genau zu bestimmen. Bessel er-

mittelte 1838—41 die Orte von 53 Plejadensternen von der 3. bis 9. Gröfse, Wolf 1874 die Positionen von 499 Sternen bis zur 14. Gröfse, aufserdem beschäftigten sich Elkin, Pritchard mit eingehenden Messungsarbeiten, so dafs uns derzeit die Lage einer grofsen Zahl der Plejadensterne gegen einander genau bekannt ist. Der Durchgang des Kometen Wolf durch die Plejaden wird nun Gelegenheit zu mannigfachen Messungen und Beobachtungen darbieten. Durch Ausführung von Heliometerbeobachtungen werden sich die Positionen des Kometen gegen eine Menge wohlbestimmter Sterne ermitteln und daraus die Orte der scheinbaren Bahn des Kometen selbst ableiten lassen, was für die Bestimmung der wahren Bahn ein wichtiger Be-



helf sein wird. Der Komet wird ferner des öfteren die Erscheinung bieten, dafs er über Sterne verschiedener Gröfsenklassen hinweggeht, dieselben eine Zeit lang bedeckt. Man hat bei Gelegenheit anderer Kometen solche Bedeckungen schon beobachtet; schwache Sterne schienen durch die Nebelhülle der Kometen noch deutlich hindurch und erfuhren keine Schwächung ihres Lichtes. Zu solchen Observirungen, welche einen wichtigen Beitrag zu unseren Ansichten über die Beschaffenheit der Kometen liefern, wird der Wolfsche Komet mehrfach Anlafs geben. Aufserdem geht der Komet möglicher Weise nahe den hellen Sternen Asterope I und II, sowie Plejone vorbei, und es könnte sich dann Gelegenheit zu Messungen bieten, um zu

entscheiden, ob die durch die Nebelhülle gehenden Sternstrahlen im Innern des Kometen eine Ablenkung erfahren, welche interessante Frage Dr. M. W. Meyer am Kometen 1881 III discutirt hat. Auch für photographische und photometrische Arbeiten könnte der Lauf des Kometen durch die aus Sternen verschiedenartigster Lichthelle sich zusammensetzende Sterngruppe einiges Interesse haben. — Der Wolfsche Komet dürfte im heurigen Jahre etwa so hell werden wie 1884, also im September etwa 9. Gröfse; später wird er noch etwas heller. Auf der nebenstehenden Karte ist der Weg, den der Komet durch die Plejaden nehmen wird, nach der Berberichschen Ephemeride eingezeichnet; die angegebenen Positionen am 3., 4., 5. und 6. September gelten für Mitternacht Berliner Zeit. Die Karte enthält von dem Sternreichthum der Plejadengruppe nur die Positionen der 53 vorzüglich bestimmten Besselschen Fundamentalsterne. Es mufs noch darauf aufmerksam gemacht werden, dafs die eingezeichnete Bahnlinie des Kometen sich in Wirklichkeit um etwas verschieben könnte, da die Bahnelemente zur Zeit noch nicht völlig sichere waren, indessen kann diese Abweichung nur eine ganz geringe sein. Die Erscheinung ist auch für Liebhaber der Sternkunde bequem zu beobachten, da der Komet schon um 9 Uhr Abends beobachtbar wird und kein Mondschein störend wirkt. Ein siebenzölliges Fernrohr reicht zur Wahrnehmung der interessanten Bedeckungen oder Vorübergänge des Kometen an Sternen schon aus.



Der Heliotropismus und das periodische Auf- und Niedersteigen der pelagischen Thiere[1]).

Es ist eine oft behandelte Frage, was wohl viele an der Oberfläche grofser Gewässer (Meere, Seen) lebende Thiere veranlafst, bei Tage in die Tiefe zu steigen und des Nachts wieder an die Oberfläche zu kommen. Alle Versuche, eine Erklärung zu geben, stützen sich hierbei auf die Zusammenfassung der bekannten Erscheinungen; auf experimentellem Wege war jenes Problem aber noch niemals in Angriff genommen. Zum ersten Male geschah dieses im vorigen Jahre durch Groom und J. Loeb in Neapel an den Larven von Balanus perforatus. Die Balanen führen bekanntlich als ausgebildete

[1]) Theo. J. Groom und J. Loeb, Der Heliotropismus der Nauplien von Balanus perforatus u. die periodischen Tiefenwanderungen pelagischer Thiere. Biologisches Centralblatt Bd. X. 1890.

Thiere eine festsitzende Lebensweise und siedeln sich im Meere, am Strande auf Steinen, alten Flaschen und ähnlichen Dingen an; die Jugendform aber ist frei und schwimmt als pelagisches Thier, gröfsere Schaaren bildend, umher. Die Larvenstadien der meisten Crustaceen sind sehr verschieden von den erwachsenen Thieren. Es geht diese Unähnlichkeit sogar soweit, dafs man früher die Jugendformen als selbständige Thierspecies ansah und ihnen die Gattungsnamen Nauplius, Zoëa, Phyllosoma etc. beilegte. Die zuerst genannte Form (Nauplius) kommt einer Reihe von Crustaceengruppen, unter andern auch den Balanen zu. Diese Nauplien besitzen einen einfachen, länglichen oder rundlichen Körper mit drei Paar Gliedmafsen, die gespalten sind, an ihren Enden Borsten tragen und als Ruder dienen. Auch wenn sich die Larven in klarem Wasser hin- und herbewegen, so vermag man sie doch nur bei wenigen Crustaceen, wie z. B. bei den Balanus-Arten, noch gerade mit blofsem Auge wahrzunehmen. Gewöhnlich sind sie von mikroskopischer Gröfse.

Es hat sich nun herausgestellt, dafs bei dem Auf- und Niedersteigen (in der Nacht resp. am Tage) der Nauplien hauptsächlich zwei Umstände in Betracht kommen. Erstens bewegen sich die Thiere in der Richtung der Lichtstrahlen und nur durch jene wird ihnen die Richtung des Weges, den sie nehmen, vorgeschrieben. Dieselbe Erscheinung ist schon lange von J. Sachs für das Wachsthum der Pflanzen festgestellt, indem derselbe erkannte, dafs die Pflanzenorgane in ihrem Wachsthum der Richtung der Lichtstrahlen folgen. In neuester Zeit hat J. Loeb auch bereits für die Bewegung anderer Thiere (z. B. Insekten) Gleiches konstatiren können. Der uns hier beschäftigende Fall fällt in dieselbe Kategorie.

Die Orientirung der Pflanzen gegen die Lichtquelle wird in der Botanik als Heliotropismus bezeichnet und dieser Ausdruck ist von Loeb bei der vorliegenden Arbeit ebenso wie in seinen früheren acceptirt worden.

Zweitens kommt in Betracht, dafs es möglich ist, den Sinn (das Vorzeichen) des Heliotropismus nach Belieben zu verändern. Man vermag Thiere, die nach der Lichtquelle sich bewegen, also positiv-heliotropisch sind, in negativ-heliotropische zu verwandeln, d. h. in solche, die sich von der Lichtquelle fortbewegen. Und umgekehrt.

Läfst man nun die Larven von Balanus über Nacht in einem Glase mit Seewasser am Fenster stehen, so bemerkt man am folgenden Morgen zwei Gruppen. Der eine Theil der Thiere befindet sich an der Fensterseite des Glases, der andere an der Zimmerseite (aber

am Boden des Gefäfses). Jene sind also positiv-, diese negativ-heliotropisch. Dreht man sodann das Glas um 180°, so verläfst jede der beiden Partien die neue Lage, um zu dem alten Standpunkt zurückzukehren. Dafs es sich dabei jedesmal um dieselben Thiere handelt, kann man zeigen, indem man die eine Gruppe von der andern durch Herausheben in ein anderes Glas mittels einer Pipette trennt. Alle beiden Gruppen folgen der Richtung der Strahlen, aber die eine im entgegengesetzten Sinne als die andere. Deshalb sieht man bei jeder Drehung des Glases den einen Theil der Larven sehr bald wieder an der Fensterseite, den andern an der Zimmerseite am Boden. Man wird es nicht wunderbar, sondern durchaus nöthig finden, dafs die negativen Larven zum Boden gehen, wenn man bedenkt, dafs die Richtung der durch ein Fenster fallenden Strahlen eine schräge ist. Bei einer Gasflamme sammeln sich beide Gruppen im Glase in der Höhe der nebenbei stehenden Flamme, also an den Enden des betreffenden Durchmessers des Glases. Führt man bei diesem Experiment die Flamme im Kreise um das Glas, so machen die Thiere die Kreisbewegung mit.

Differenzen in der Helligkeit des Lichtes sind auf die Richtung der Bewegung der Nauplien ohne Einflufs. Denn bringt man die Larven in ein langes, viereckiges Glasgefäfs und stellt dieses in das durch das Fenster fallende Sonnenlicht, so kann man in dem ersten Theil des Weges, den die Lichtstrahlen durch das Glasgefäfs nehmen, das Licht durch Schirme abschwächen. In einem solchen Falle gehen die negativ-heliotropischen Thiere, indem sie allein der Richtung der Strahlen folgen, von den Orten mit schwächerer Beleuchtung zu denen mit stärkerer und die positiv-heliotropischen von denen mit stärkerer Beleuchtung zu denen mit schwächerer.

Bei diesem Heliotropismus sind die stärker brechbaren Strahlen des Spektrums wirksamer, als die schwächer brechbaren, wie man solches bei der Anwendung von blauem und rothem Glas erproben kann. Die Temperatur ist insofern von Einflufs, als die Erscheinungen bei höherer (ca. 20°) deutlicher und schneller ablaufen als bei einer niedrigeren (ca. 15°).

Es ist nun möglich, an den Nauplien den Sinn des Heliotropismus abzuändern. Die Mittel dazu liefern die Thatsachen, dafs Nauplien, welche längere Zeit im Dunkeln standen, positiv-heliotropisch werden, und andererseits Nauplien, welche in Licht von genügender Stärke waren, negativ-heliotropisch werden.

Hat man ein Glas voll Larven die Nacht über am Fenster stehen

lassen, so sind die Thiere in den Morgenstunden positiv-heliotropisch und sitzen infolge dessen an der Fensterseite des Glases. Doch gehen allmählich einzelne Thiere nach der Zimmerseite und verbleiben hier. Die Zahl solcher Flüchtlinge nimmt zu und man erhält die vorher erwähnten zwei Gruppen, die positive und die negative. Wartet man genügend lange, so sitzen schliefslich alle Larven an der Zimmerseite, sind also negativ-heliotropisch geworden. Die Länge der Zeit, in der die vollkommene Umwandelung in den negativen Heliotropismus vor sich gegangen ist, richtet sich nach der Intensität des Lichtes, indem bei einer gröfseren Intensität eine geringere Zeit erforderlich ist. Dafs es sich aber hier lediglich um den Einflufs des Lichtes handelt, läfst sich leicht feststellen. Man zieht zu diesem Zwecke aus den Eiern der Balanusart Nauplien und vertheilt diese in zwei Gläser. In beiden sind die Nauplien positiv, weil die eben ausgekommenen Thiere diesen Heliotropismus besitzen. Während dann das eine Glas dem Licht ausgesetzt wird, wird auf das andere ein undurchsichtiger Kasten gestülpt. Die erste Partie ist nach gewisser Zeit negativ-heliotropisch; deckt man aber nach der gleichen Zeit, oder zu einer beliebigen früheren oder späteren, den Kasten von dem zweiten Glase ab, so erweisen sich noch alle Thiere in diesem als positiv; sie werden aber ebenfalls negativ, wenn sie genügende Zeit dem Licht ausgesetzt bleiben.

Hat man zwei Gläser mit Nauplien oder eine Reihe von solchen und belichtet dieselben in verschiedener Stärke, so erfolgt der Eintritt des negativen Heliotropismus desto später, je schwächer die Lichtintensität ist. Diese Erscheinung legt die Frage nahe, ob es eine minimale Lichtintensität giebt, bei der die Thiere dauernd positiv bleiben. Die mit Anwendung der Gasflamme erhaltenen Resultate scheinen diese Frage zu bejahen.

Sind positiv-heliotropische Thiere längere Zeit hindurch intensiv belichtet und dadurch negativ geworden, so können sie in schwächerem Licht wieder positiv werden. Auch gelingt es, Nauplien, die in mäfsigem (diffusem) Licht negativ-heliotropisch geworden sind, dadurch positiv zu machen, dafs man sie hinreichend weit vom Fenster entfernt.

Die Verfasser kommen nach solchen Resultaten zu dem Schlufs, dafs sich das Auf- und Niedersteigen der Balanus-Larven im Meere während der Nacht resp. während des Tages nach den von ihnen aufgefundenen Gesetzen vollzieht. Nur wirken die Lichtstrahlen auf dem Meere in senkrechter Richtung, im Glase am Fenster in schräger.

...[illegible] schreiben den Nauplien die Bahn vor zwischen der ...[illegible] Tiefe, auf der sie auf- und niedergehen, je nachdem ...[illegible] bei Tage negativ und des Abends positiv ist. Die ...[illegible] Thiere erreichen aber nicht den Grund des ...[illegible] steigen nur bis zu gewisser Tiefe hinab, denn je ...[illegible] kommen, desto mehr nimmt auch die Intensität des eindrin- ...[illegible] Lichtes ab, sodafs sie allmählich wieder positiv-heliotropisch ...[illegible] und die Rückkehr nach oben antreten. Bei derselben werden ...[illegible] dann nach und nach in den stark erleuchteten Wasserschichten unter der Oberfläche abermals negativ, was sie wiederum zur Tiefe treibt.

Dr. J. Dewitz.



Erscheinungen am Sternenhimmel vom 15. August bis 15. September.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Sonne und Mond.

Sonnenauf- und Untergang: 1. Sept. 5^h 13^m Mg., 6^h 47^m Ab., 15. Sept. 5^h 35^m Mg., 6^h 15^m Ab. — Abnahme der Tageslänge: 2^h 1^m

Zeitgleichung und Sternzeit im mittleren Mittage:

	Zeitgleichung	Sternzeit		Zeitgleichung	Sternzeit
15. Aug.	+ 4^m 21^s	9^h 34^m 17^s	31. Aug.	+ 0^m 15^s	10^h 37^m 22^s
19. „	+ 3 30	9 50 3	4. Sept.	— 1 1	10 53 8
23. „	+ 2 32	10 5 49	8. „	— 2 21	11 8 54
27. „	+ 1 26	10 21 35	12. „	— 3 43	11 24 40

Die Beträge der Zeitgleichung sind zu den Angaben wahrer Zeit zu addiren, um mittlere Zeit zu erhalten, oder von letzterer zu subtrahiren, um wahre Zeit zu bekommen. Die Werthe der Sternzeit an Tagen, für welche sie hier nicht angegeben sind, erhält man durch Addition von 3^m $56{,}6^s$ pro Tag.

Scheinbarer Durchmesser und Entfernung der Sonne und des Mondes von der Erde:

Sonne			Mond		
	Entfernung v. d. Erde	Durchm.		Entfernung	Durchm.
1. Sept.	20,218 000 Meil.	31' 46"	1. Sept.	54,290 Meil.	29' 43"
15. „	20,144 000 „	31 52	15. „	49,070 „	32 52

Auf- und Untergang des Mondes.

		Aufgang	Untergang
20. Aug.	Vollmond und Erdnähe	8^h 8^m Ab.	4^h 57^m Mg.
26. „	Letztes Viertel	9 58 „	1 46 Nm.
3. Sept.	Neumond	4 51 Mg.	7 16 Ab.
4. „	Erdferne	6 1 „	7 28 „
11. „	Erstes Viertel	2 25 Nm.	9 33 „

2. Die Planeten.

Merkur (Mitte August in der Sonnenferne) ist wenig sichtbar, gegen Mitte September kurze Zeit um Sonnenaufgang.

	Auf- und Untergang[1])		Entfernung von der Erde
15. Aug.	7h 30m Mg.	8h 0m Ab.	18,740 000 Meilen
1. Sept.	7 15 „	7 0 „	13,990 000 „
15. „	5 15 „	5 45 „	13,240 000 „

Venus ist noch vor Sonnenaufgang beobachtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Aug.	3h 45m Mg.	7h 15m Ab.	34,040 000 Meilen
1. Sept.	4 45 „	6 45 „	34,450 000 „
15. „	5 30 „	6 15 „	34,540 000 „

Mars vor Sonnenaufgang einige Zeit sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Aug.	4h 15m Mg.	7h 30m Ab.	53,330 000 Meilen
1. Sept.	4 0 „	6 30 „	52,950 000 „
15. „	4 0 „	6 0 „	52,340 000 „

Jupiter bleibt die ganze Nacht sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Aug.	8h 0m Ab.	7h 0m Mg.	82,800 000 Meilen
1. Sept.	7 0 „	5 45 „	79,640 000 „
15. „	6 0 „	4 30 „	79,870 000 „

Saturn wird von Mitte September an wieder am Morgenhimmel sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Aug.	7h 0m Mg.	8h 15m Ab.	206,740 000 Meilen
1. Sept.	6 0 „	7 15 „	208,440 000 „
15. „	5 15 „	6 30 „	208,790 000 „

Uranus ist am Abendhimmel noch durch einige Zeit sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Aug.	11h 0m Vm.	9h 15m Ab.	378,500 000 Meilen
1. Sept.	10 0 „	8 15 „	383,400 000 „
15. „	9 0 „	7 15 „	386,600 000 „

Neptun, nahe bei Aldebaran im Stier, wird Anfang September schon um 10h Abends sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Aug.	11h 0m Ab.	3h 0m Nm.	603,400 000 Meilen
1. Sept.	9 45 „	1 45 „	597,700 000 „
15. „	9 0 „	1 0 „	593,000 000 „

Orte der Planeten:

	Venus		Mars		Jupiter		Saturn	
	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.
11. Aug.	8h 43m	+ 19° 6'	9h 10m	+ 17°33'	23h 11m	— 6°46'	11h 13m	+ 7° 7'
16. „	9 8	+ 17 33	9 22	+ 16 36	23 9	— 6 59	11 15	+ 6 53
21. „	9 33	+ 15 47	9 35	+ 15 37	23 7	— 7 14	11 17	+ 6 39
26. „	9 57	+ 13 50	9 47	+ 14 34	23 5	— 7 29	11 20	+ 6 25
31. „	10 21	+ 11 43	10 0	+ 13 30	23 2	— 7 45	11 22	+ 6 10
5. Sept.	10 45	+ 9 29	10 12	+ 12 23	23 0	— 8 0	11 24	+ 5 56
10. „	11 8	+ 7 8	10 24	+ 11 15	22 57	— 8 16	11 26	+ 5 41
15. „	11 31	+ 4 41	10 36	+ 10 5	22 55	— 8 31	11 29	+ 5 26

[1]) Die Zeiten der Auf- und Untergänge werden hier, für den praktischen Gebrauch hinreichend, nur auf Viertelstunden angegeben.

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

15. Aug.	I. Trabant.	Verfinsterungseintritt	9h 9m	Ab
22. „	I. „	„	11 4	„
23. „	II. „	„	9 1	„
30. „	I. „	„	0 59	Mg.
30. „	II. „	„	11 36	Ab.
31. „	I. „	„	7 28	„
6. Sept.	I. „	„	2 54	Mg.
7. „	I. „	Verfinsterungsaustritt	11 37	Ab.
7. „	II. „	„	4 57	Mg.

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(für Berlin sichtbar.)

	Gröfse	Eintritt	Austritt
21. Aug. * 30 Piscium	4.8m	9h 4m Ab.	9h 46m Ab.

5. Orientirung am Sternenhimmel.

Im August-September culminiren um 9h Abends die Sternbilder Adler, Pfeil, Schwan und Cepheus, westlich stehen Ophiuchus, Herkules, Bootes, östlich Pegasus und Andromeda; im Aufgange sind Widder und Walfisch, im Untergange ist noch Jungfrau, Arctur geht erst um 11h Abends unter, Aldebaran um 2h Morgens auf. Der Hauptstern des Walfisch kommt um 1/2 10h Abends über den Horizont, Wega geht in der Morgendämmerung unter. — Culminationszeiten der hellsten Sterne zwischen 9h Abends bis 5h Morgens:

Culminirende Sterne	Helligkeit	Culmination am 23. Aug.	am 1. Sept.	am 8. Sept.	am 15. Sept.
α Aquilae (Atair) . . .	1.3m	9h 39m Ab.	9h 3m Ab.	8h 35m Ab.	8h 8m Ab.
γ Cygni	2.4	10 11 „	9 36 „	9 8 „	8 41 „
α Cygni (Deneb.) . . .	1.6	10 30 „	9 55 „	9 28 „	9 0 „
ε Pegasi	2.3	11 31 „	10 55 „	10 29 „	10 1 „
β Pegasi	2.4	0 51 Mg.	0 15 Mg.	11 48 „	11 20 „
α Andromedae (Sirrah).	2.0	1 55 „	1 19 „	0 52 Mg.	0 24 Mg.
γ Cassiopejae	2.0	2 44 „	2 7 „	1 39 „	1 12 „
α Urs. min. (Polarst.) .	2.0	3 11 „	2 36 „	2 8 „	1 40 „
α Arietis	2.0	3 53 „	3 18 „	2 50 „	2 23 „
β Persei (Algol) . . .	var.	4 52 „	4 17 „	3 49 „	3 23 „
α Tauri (Aldebaran). .	1	6 21 „	5 45 „	5 18 „	4 50 „

6. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1891 Rectas.	Declin.
S Cassiop.	25. August	7m	12m	1h 11m 39s	+ 72° 2.3
R Persei	7. Sept.	8.5	12	3 23 6	+ 35 17.7
R Tauri	11. „	7—9	12.5	4 22 19	+ 9 55.1
R Orionis	20. August	8.8	12	4 53 5	+ 7 57.9
R Leporis	22. „	6—7	8.5	4 54 38	— 14 58.1
S Orionis	8. Sept.	8.5	12	5 23 38	— 4 46.5
R Leon. min.	1. „	7	11	9 39 2	+ 35 20.3

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1891 Rectas.			Declin.	
U Bootis	27. August	9	12—13	14	49	17	+ 18	8.1
R Herculis	31. „	8—9	12.5	16	1	19	+ 18	39.8
R Sagittarii	1. Sept.	7	12	19	10	18	— 19	29.9
U Cygni	1. „	8	9.5	20	16	14	+ 47	33 1
U Capricorni	30. August	10.5	12.5	20	42	5	— 15	10.9
R Vulpec.	17. „	8	12.5	20	59	32	+ 23	23.2

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

U Cephei . . 19. August, 24., 29., 3. Sept., 8., 13. Mg.
U Coronae . . 22. August, 29. Mg., 4. Sept, 11. Ab.
Algol . . . 17. August Nm., 23., 29. Mg., 3. Sept. Ab., 9. Mitt., 15. Mg.

c) Minima Veränderlicher kurzer Periode.

T Monocerotis 9. September.
U Monocerotis 9. September.

7. Meteore.

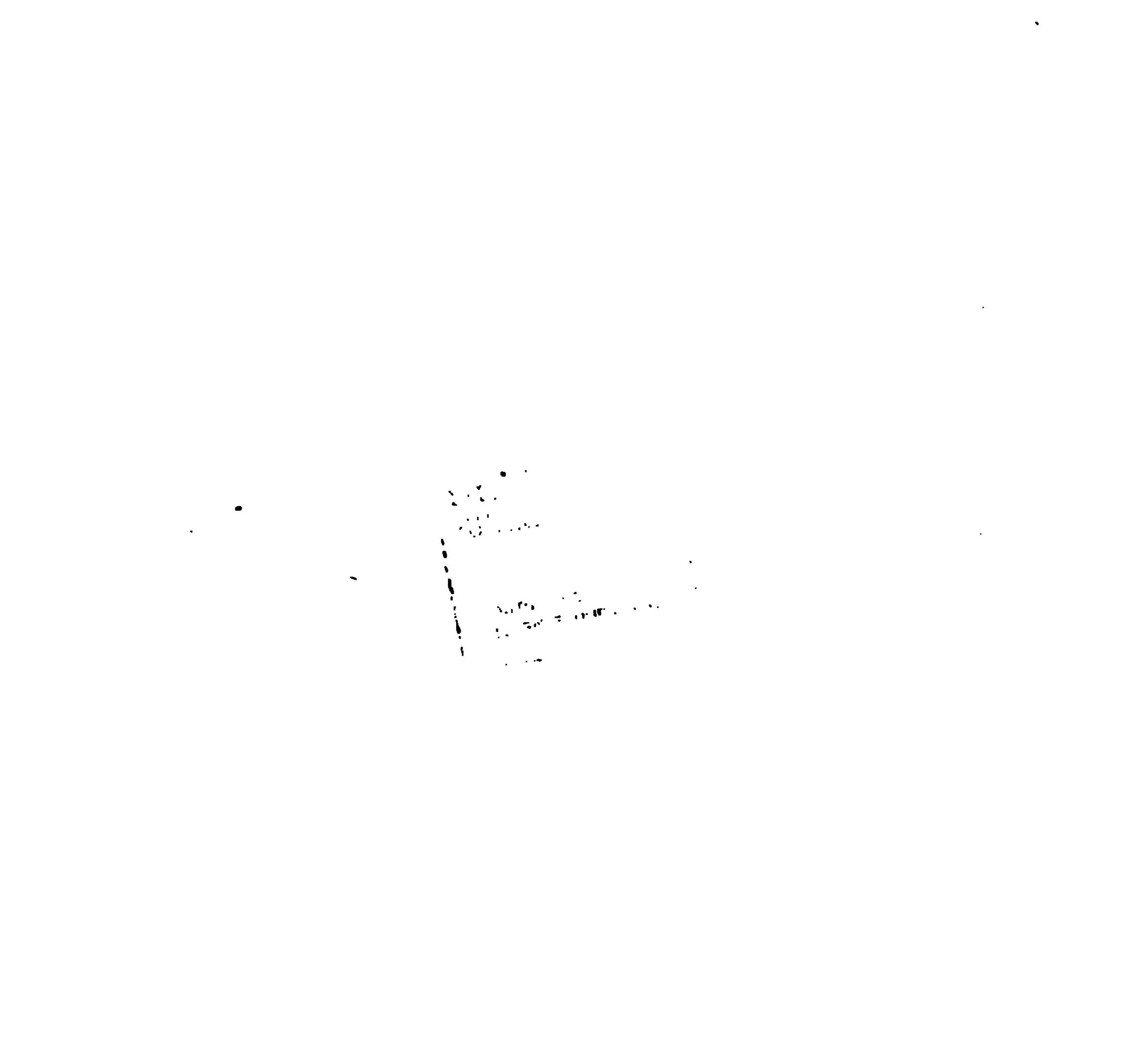
Nachzügler der Perseiden (bei AR = 46°, $\delta = +57°$) können bis 22. Aug. bemerkt werden.

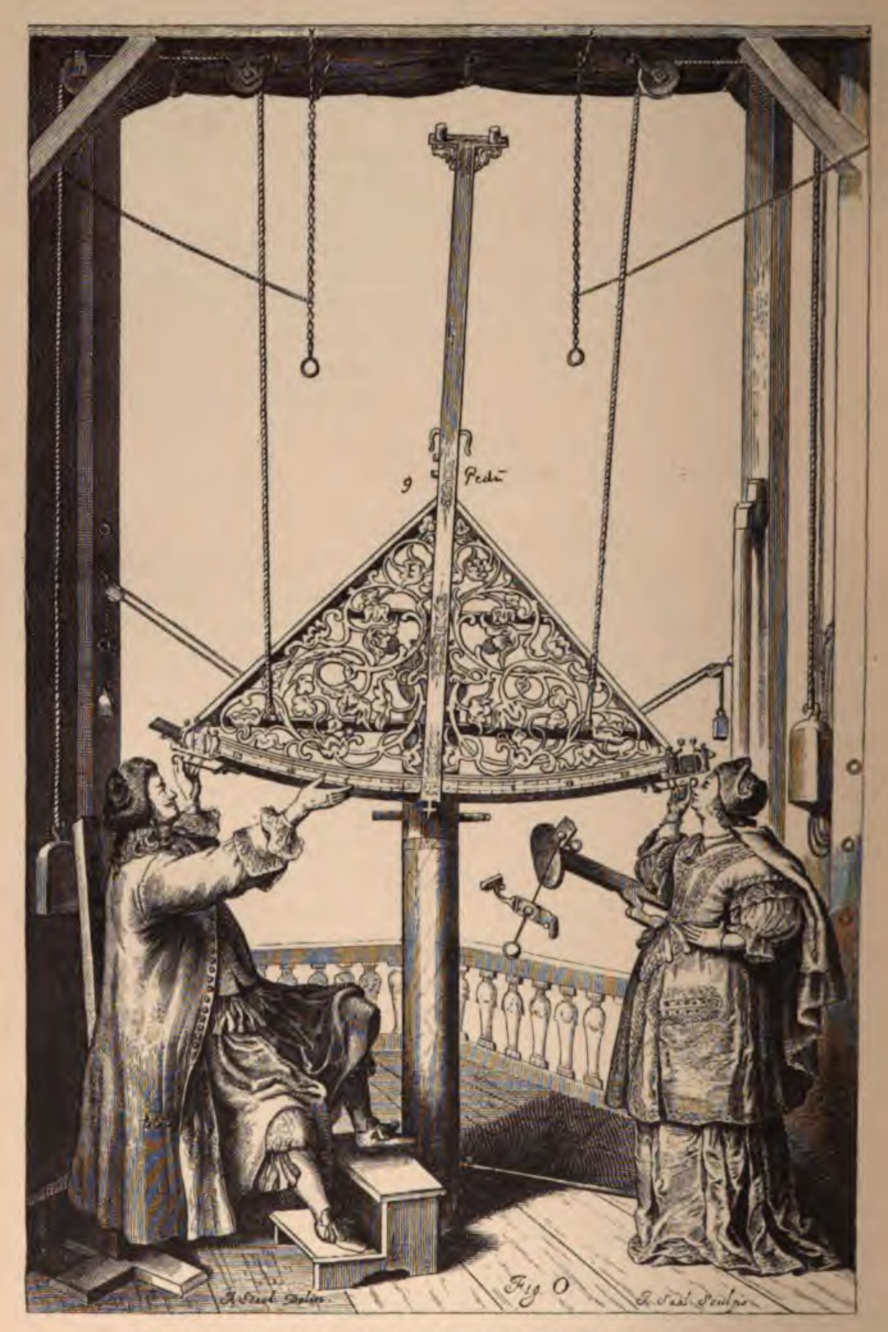
8. Nachrichten über Kometen.

Zu den heuer zur Sonne zurückkehrenden und uns wieder sichtbar werdenden periodischen Kometen gesellt sich auch der bekannte Enkesche Komet von kurzer Umlaufszeit. Er wird am 18. Oktober seine Sonnennähe erreichen und in nahe derselben Bahnlinie am Himmel laufen, welche er im Jahre 1858 gegangen ist und in welcher er 1858 einige Zeit so hell wurde, dafs ihn Bruhns in Berlin mit freiem Auge erkennen konnte. Die Sichtbarkeit dieses kleinen Gestirnes fällt im August und September in die ersten Morgenstunden, im Oktober nähert es sich der Sonne; die Bahnkurve führt vom Sternbilde des Fuhrmanns gegen den Krebs und in das der Jungfrau.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.





Hevel und seine Gemahlin bei der Beobachtung.



Bilder aus der Geschichte der Astronomie von Copernicus bis Newton.

Aus einem in der Urania gehaltenen Vortrag

von **Dr. Felix Koerber.**

(Schlufs.)

Durch Keplers Entdeckungen waren die thatsächlichen Verhältnisse des Sonnensystems richtig erkannt und unsere Auffassung vom Weltenbau hat seit jener Zeit keine wesentliche Modifikation mehr erfahren. Der Menschengeist hat jedoch das Bedürfnifs, nicht blos das Wie der Naturerscheinungen kennen zu lernen, sondern, sobald dies erreicht ist, vor allem auch das Warum derselben zu begreifen. Und wenn auch unumstöfsliche Darlegungen der erkenntnifstheoretischen Philosophie uns lehren, dafs dieses letztere Streben nach dem Durchschauen des Warum nie völlig befriedigt werden kann, indem die letzten Ursachen stets geheimnifsvolle Mysterien bleiben, so haben sich die Naturforscher dennoch niemals davon abhalten lassen, unablässig über die nächsten Ursachen der beobachteten Thatsachen nachzudenken, um doch wenigstens die Zahl der ihrem inneren Wesen nach unerfafslich bleibenden Grundkräfte möglichst zu verringern. In diesem Sinne aber hat gerade die Wissenschaft von den die Bewegungen der Sterne regelnden Ursachen, die Himmelsmechanik, die gröfstmögliche Vollendung bereits erreicht, sofern es ihr gelungen, alle Bewegungen gröfserer Massen[1]) im Weltall auf das eine wunderbare Grundgesetz der allgemeinen Gravitation zurückzuführen.

[1]) Ausnehmen müssen wir hierbei die an Kometenschweifen, der Sonnencorona und ähnlichen ätherisch feinen Gebilden auftretenden Bewegungserscheinungen, die bekanntlich wahrscheinlich durch elektrische Kräfte bedingt sind.

Zur Lösung dieser Aufgabe, welche der Astronomie seit Kepler zuertheilt war, mufsten aber zunächst durch die Begründung der Bewegungslehre oder Mechanik überhaupt wichtige Vorarbeiten geleistet werden, die wir dem berühmten Zeitgenossen und Freunde Keplers Galileo Galilei verdanken. Galilei, der die Popularität seines Namens den Verfolgungen zu danken hat, welche er als Vertheidiger der copernicanischen Lehre erdulden mufste, ist also für die Weiterentwicklung der Wissenschaft zunächst und vor allem als Begründer der theoretischen Mechanik von hoher Bedeutung. Die Lehren vom freien Fall der Körper, von der Bewegung auf schiefer Ebene und vom Pendel wurden von ihm ausgebildet und gaben eine sichere Grundlage, auf der später mit Erfolg weiter gebaut werden konnte. Ehe wir indessen die Ergebnisse der auf den Himmel angewandten Mechanik ins Auge fassen, sei noch der hochwichtigen Erfindung des Fernrohrs gedacht, das ebenfalls durch Galilei und Kepler zuerst für die Sternkunde nutzbar gemacht wurde und der Forschung ein ganz neues Arbeitsfeld, die Kosmographie, eröffnete. Wer auch immer zuerst den glücklichen Einfall der Combination zweier Glaslinsen zum Zwecke der Durchsicht gehabt haben mag (denn es hat dies nicht ganz aufgehellt werden können), Galilei gebührt jedenfalls das Verdienst, das wunderbare, den Raum überbrückende Instrument zuerst zur Betrachtung der Gestirne angewandt zu haben, während Kepler andererseits die wissenschaftliche Dioptrik begründete und, geleitet von deren Prinzipien, eine besondere Art des Fernrohrs erfand, die gegenwärtig allgemein im Gebrauch ist, weil sie allein zur Verfeinerung astronomischer Messungen Anwendung finden konnte. Bei dem Galileischen Fernrohr ist eine Convexlinse mit einer als Ocular dienenden Concavlinse zusammengesetzt, das Keplersche Fernrohr dagegen besteht aus zwei Convexlinsen und bietet den grofsen Vortheil, dafs im Brennpunkt der ersten Linse, des Objektivs, ein reelles Bild zu stande kommt, das dann durch das Ocular wie mit einer Lupe betrachtet wird. In der hier vorhandenen Focusebene, in welcher sich das reelle Bild des betrachteten Objekts (d. h. ein Durchkreuzungspunkt für alle von einem Punkte dieses Objekts in das Fernrohr gelangenden Strahlen) befindet, kann man nun ein Fadenkreuz ausspannen, das dann scheinbar den betrachteten Himmelstheil überquert; dieses ermöglicht nun ein viel genaueres Pointiren der Gestirne, als ohne Fernrohr mit blofsem Absehen oder Visirtuben möglich ist. Während also Kepler auf solche Weise das Fernrohr für die messende Astronomie dienstbar machte, benutzte es Galilei, wie schon

erwähnt, zuerst zur näheren Betrachtung der Gestirne und erntete dabei natürlich eine Fülle wichtiger Entdeckungen. Er erkannte die Gebirge auf dem Monde und versuchte sogar schon eine, freilich recht unvollkommene Zeichnung der Mondscheibe; er entdeckte ferner die Jupitersmonde, die Dreigestalt Saturns, die Venusphasen, sowie die grofse Zahl der teleskopischen Sterne. In dem „Sidereus nuncius“ wurde von Galilei über diese wunderbaren Wahrnehmungen ausführlich berichtet.

In der nächsten, auf Galilei und Kepler folgenden Zeit finden wir wieder im Osten Deutschlands einen eifrigen Pfleger und Förderer der beobachtenden Astronomie, den 1611 geborenen Danziger Rathsherrn Hevel, der als Sohn eines reichen Bierbrauers in der Lage war, sich eine eigene Sternwarte mit kostbaren Instrumenten auszurüsten. In dem reich ausgestatteten Werke „Machina caelestis“ hat uns Hevel eine genaue Beschreibung aller seiner Einrichtungen hinterlassen, aus der wir die damaligen instrumentellen Hilfsmittel genau kennen lernen. Unser Titelbild und Figur 7 sind Reproduktionen einiger der von Hevel mit eigener Hand gefertigten Kupferstiche. Das Titelbild zeigt uns den gelehrten Rathsherrn im Verein mit seiner geistvollen Gemahlin, die ihm aufs treueste bei seinen Arbeiten zur Hand ging, bei der Beobachtung begriffen und aus Figur 7 erkennen wir diefabelhafte Länge der damaligen Teleskope, bei welchen um der gröfseren Leichtigkeit willen das geschlossene, Objektiv und Ocular verbindende Rohr durch eine Anzahl von Diaphragmen ersetzt ist, die an dem langen, die Gläser tragenden Brett in regelmäfsigen Abständen angebracht sind. Der Umstand, dafs die sog. achromatische Linsencombination in jener Zeit noch nicht erfunden war, zwang nämlich die Optiker dazu, den Fernrohrobjektiven ungemein grofse Brennweiten zu geben, um eine einigermafsen starke Vergröfserung ohne allzugrofse Unschärfe der Bilder zu erzielen. So erklären sich diese gewaltigen Fernrohrmaschinen des Danziger Rathsherrn, die selbstverständlich, wie auch die Abbildung andeutet, bei seinen Mitbürgern grofses Aufsehen erregten, gleichwohl aber in ihren nur mäfsigen Leistungen hundert Jahre später durch viel kleinere, aber achromatische Instrumente übertroffen werden sollten.

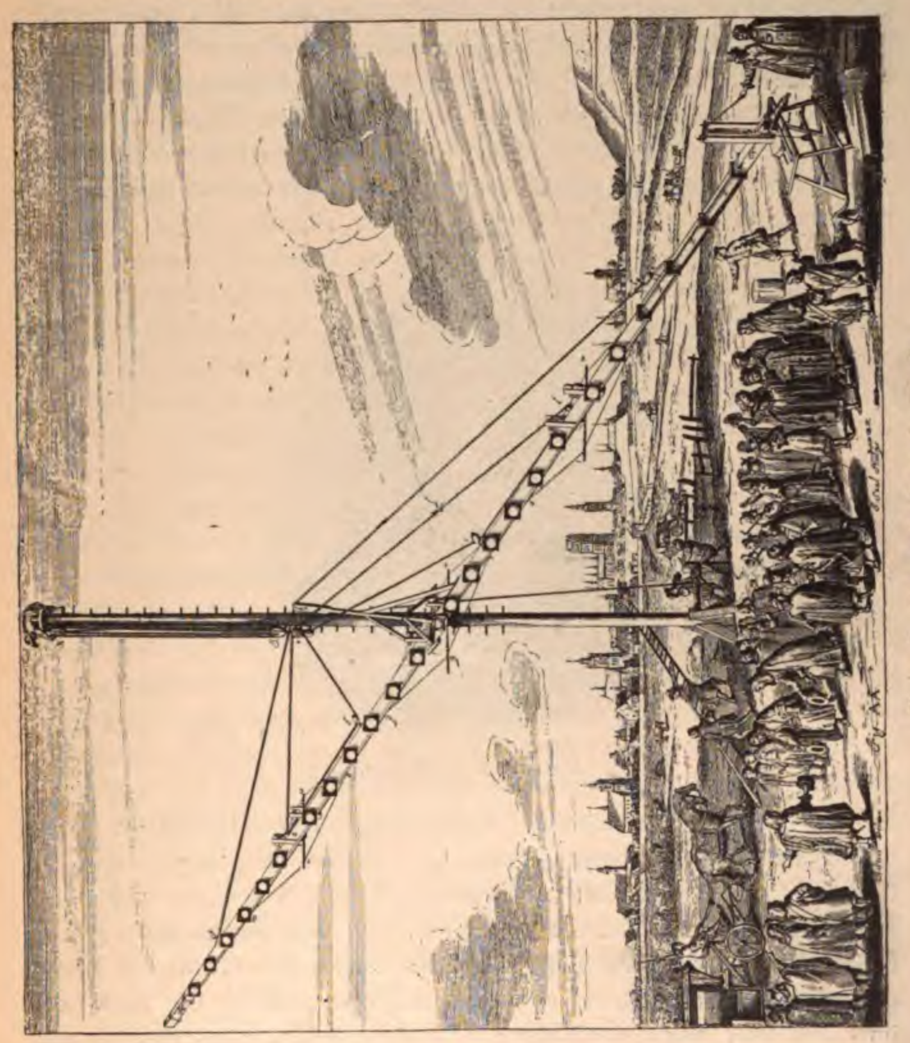
War das erfreuliche wissenschaftliche Streben Hevels ein Beweis für die hohe Begeisterung, welche zu jener Zeit mehrfach Privatleute zur Sternkunde hinführte, so haben wir andererseits mit Genugthuung derjenigen Gründungen zu gedenken, welche die Anerkennung der astronomischen Wissenschaft seitens des modernen Staates bekun-

den. 1671 ward nämlich mit der neu gegründeten Pariser Akademie eine vorzügliche Sternwarte verbunden, die der Leitung des berühmten Cassini unterstellt wurde; in England aber wurde etwa gleichzeitig im Anschlufs an die Stiftung der „Royal Society" die von nun ab bis zur Gegenwart eine dominirende Stellung einnehmende Sternwarte Greenwich bei London eingerichtet, deren erster Direktor, Flamsteed, sich besonders durch die Herstellung eines genauen und umfangreichen Sternverzeichnisses hochverdient gemacht hat. — Von anderen in dieser schwungvollen Zeit lebenden hervorragenden Astronomen seien hier nur genannt der Däne Olaf Römer, der die Geschwindigkeit des Lichtes messen lehrte, und der Holländer Christian Huyghens, der zuerst die richtige Erklärung für die Saturnsgestalt gab, sowie aufserdem als Begründer der Undulationstheorie des Lichtes und als Erfinder der Pendeluhr berühmt ist.

Das Leben dieser Männer ragt nun aber bereits in die Zeit des unsterblichen Isaac Newton hinein, dessen wichtigstes Werk die Enthüllung des Gesetzes der allgemeinen Massenanziehung oder Gravitation ist, das uns die Ursachen der himmlischen Bewegungen kennen lehrte und damit die Wissenschaft auf die höchste erreichbare Stufe erhob, auf welcher auch die Frage „Warum" ihre Beantwortung findet.

Ein vom Baum herabfallender Apfel soll der Sage nach in dem 24-jährigen jungen Mann zuerst den Gedankenkreis angeregt haben, der in seiner logischen Fortentwicklung zur Erkenntnifs des die gesamte Welt beherrschenden Universalgesetzes führte. Wo sollte für diese Anziehungskraft, welche die Erde erfahrungsmäfsig auf alle Körper an ihrer Oberfläche ausübt, eine Grenze der Wirksamkeit liegen? Fallen doch auch auf einem hohen Berge die Körper noch ebenso zur Erde hin, wie am Meeresspiegel. Es läfst sich darum, so beantwortete Newton diese erste in ihm aufsteigende Frage, kein zureichender Grund finden, warum diese Kraft nicht bis auf jede beliebige Entfernung hin wirken sollte. Freilich ist es aber kaum denkbar, dafs die Stärke der anziehenden Kraft nicht in irgend einer funktionalen Abhängigkeit von der Entfernung des angezogenen Körpers stehen sollte; und zwar ist es offenbar wahrscheinlich, dafs sie mit wachsender Entfernung abnehmen dürfte. Newton nahm nun an, dafs die Gravitation als Centralkraft im gleichen Mafse an Intensität verliere, wie das von einem Punkte ausstrahlende Licht. Bei doppelt so grofser Entfernung der auffangenden Fläche mufs sich in letzterem Falle dieselbe Lichtmenge auf eine $2^2 = 4$ mal so grofse Fläche aus-

breiten und dementsprechend kann die Helligkeit nur den vierten Theil so grofs sein. Aus der Annahme, dafs es sich bei der Gravitation ganz analog verhalte, dafs also ihre Intensität dem Quadrat der Entfernung umgekehrt proportional sei, würde nun folgen, dafs, wenn die Körper an der Erdoberfläche (d. h. im Abstande eines Erdradius



Figur 7. Das grofse Fernrohr Hevels.

vom Erdmittelpunkte, wo wir uns den Sitz der Anziehungskraft denken können) in der ersten Sekunde 5 m tief fallen, der Mond, der etwa 60 Erdradien vom Erdcentrum absteht, in der gleichen Zeit nur den 3600sten Theil gegen die Erde hingezogen werden müfste. Die Ausführung der Rechnung zeigte, dafs in der That der Mond um

ebensoviel in jeder Sekunde von der geradlinigen Bewegung des Augenblicks gegen die Erde hin abbiegt und dafs sich also die Umlaufsbewegung unseres Begleiters in einfachster Weise aus der Wirkung der Schwerkraft erklärt, die wir überall auf der Erde zu jeder Zeit wahrnehmen. Nun blieb nur noch als letzter Schritt die Verallgemeinerung der am System Erde-Mond gemachten Wahrnehmungen übrig, dann war die Anziehungskraft als eine allen Körpern ohne Ausnahme zukommende, in die Ferne wirkende Eigenschaft erkannt, welche nach gleichem Gesetze die Bewegungen der Planeten um die Sonne, sowie der Monde um ihre Planeten und auch den Fall eines Apfels vom Baume zu stande bringt. Unter Anwendung geistvoller



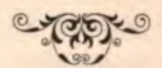
Fig. 8. **Isaac Newton.**

und eleganter mathematischer Methoden gelang es Newton nun schliefslich, die oben besprochenen, bis dahin völlig geheimnifsvollen Keplerschen Gesetze als nothwendige Folgen des einen und einfachen Gravitationsgesetzes zu erweisen. „Philosophiae naturalis principia mathematica" lautet der Titel jenes unsterblichen, für die Himmelsmechanik grundlegend gewordenen Werkes, durch das Newton im Jahre 1687 seine Entdeckungen veröffentlichte. Dafs das Wesen dieser wunderbaren, durch den leeren Raum hindurch bis in die weiteste Entfernung wirkenden Gravitationskraft gänzlich räthselhaft und unergründlich ist, war bereits ihrem Entdecker völlig klar, aber in der richtigen Erkenntnifs der Unerforschlichkeit aller letzten Ursachen blieb er genügsam bei der auf sicherer Grundlage erkannten

und mathematisch formulirten Thatsache stehen, ohne sich weiter damit abzuquälen, sie ganz begreifen zu wollen.

Newtons Gravitationslehre fand übrigens, so scharf begründet sie auch hervortrat, doch bei seinen Zeitgenossen eben so wenig sofortige Anerkennung, wie jede andere, in der Geschichte der Wissenschaft aufgetretene, bahnbrechende Neuerung. Namentlich unter den französischen, damals tonangebenden Gelehrten standen den newtonischen Behauptungen schwer zu besiegende Vorurtheile entgegen. Es herrschte nämlich damals allgemein die Aetherwirbeltheorie des Descartes und aufserdem hatte eine ungenaue Erdmessung den irrigen Glauben erzeugt, dafs die Erde an den Polen zugespitzt sei, während nach Newtons Principien die Gestalt der Erde nothwendiger Weise eine abgeplattete sein mufste. Erst nach des grofsen Britten Tode entschlofs man sich in Frankreich dazu, durch eine erneute, in grofsartigem Mafsstabe angelegte Gradmessung zwischen den beiden entgegengesetzten Meinungen über die Gestalt der Erde definitiv zu entscheiden. Die Ausführung dieses Unternehmens bewies dann aber aufs unzweifelhafteste die Wahrheit der Ausführungen Newtons und verhalf nun seiner Lehre auch bei den verstocktesten Gegnern zum Siege.

Dem grofsen Genie Newtons verdanken wir aber neben seinem Hauptwerk auch noch viele andere bedeutsame Thaten, die allein schon hinreichen würden, seinen Namen unsterblich zu machen. Er erfand höchst fruchtbare, neue Rechnungsmethoden (unsere heutige Differentialrechnung, von ihm Fluxionsrechnung genannt), derentwegen er allerdings leider mit Leibnitz in einen häfslichen Prioritätsstreit verwickelt wurde, und endlich machte er eine Reihe äufserst wichtiger, optischer Entdeckungen, unter denen vor allem die Zerlegung des weifsen Lichtes in seine farbigen Bestandtheile, sowie die Erfindung des Spiegelteleskopes zu nennen ist.





Die Theorie des Polarlichts.

Von Privatdozent Dr. B. Weinstein.

(Schlufs.)

Für die Entstehung von Elektrizität können wir eine aufserordentliche Anzahl von Vorgängen heranziehen und es sind darum auch, wie schon im ersten Artikel hervorgehoben, unzählig viele Quellen für die Elektrizität der Polarlichter angegeben worden.

Wir können diese Quellen in zwei Klassen eintheilen, solche welche auf der Erde oder in deren unmittelbarer Umgebung ihren Ursprung haben, und solche, deren Ort wir ganz aufserhalb der Erde verlegen müssen. Auch die irdischen Quellen sind noch in zwei Abtheilungen zu behandeln, je nachdem dieselben irgend welchen Vorgängen an einzelnen Körpern auf der Erde ihre Entstehung verdanken oder aus Vorgängen entspringen, welche die ganze Erde als solche betreffen.

Die irdischen Quellen der ersten Abtheilung liefern Elektrizitäten, wie wir sie mit Hülfe namentlich von Elektrisirmaschinen und Influenzmaschinen hervorbringen; diese Elektrizitäten werden auf rein mechanischem Wege transportirt oder geben Ladungs- bezw. Entladungsströme, sie sind auch zum Theil insofern veränderlich, als die Vorgänge, aus denen sie fliefsen, bald in reichlicherem, bald in beschränkterem Mafse sich abspielen; dem entsprechend sprudeln sie manchmal in bedeutender Fülle oder versiegen auch ganz. Bei einigen von ihnen kann eine gewisse Periodizität in ihrer Entfaltung vermuthet oder gar bestimmt angegeben werden, bei andern scheint mehr der Zufall zu walten. Zu diesen Quellen gehören alle diejenigen, welche in den Theorien von Franklin, J. Rofs, Dalton, de la Rive, Hammerschmied, Luvini und andern angenommen sind. Sie spielen in der Theorie der Gewitter eine nicht minder wichtige Rolle wie in derjenigen der Polarlichter. Es kann auch nicht daran gezweifelt werden, dafs einige von ihnen wirklich Elek-

trizität liefern, wenngleich über die mögliche Quantität dieser Elektrizität überall Unsicherheit herrscht. Eine genaue Auseinandersetzung über diese angenommenen Elektrizitätsquellen findet der Leser in dem Aufsatz von Sohncke über die Theorie der Gewitter in dieser Zeitschrift,[1]) ich darf mich darum an dieser Stelle auf die Angabe der Hauptpunkte beschränken.

Zunächst müssen wir nach den Erfahrungen der letzten Jahrzehnte alle diejenigen Theorien ausscheiden, welche wie diejenigen von de la Rive in der Verdunstung speziell des Meerwassers den Ursprung der Polarlichtelektrizität sehen. Denn wenngleich bisher noch nicht endgültig entschieden ist, dafs bei der Verdunstung überhaupt keine Elektrizität entsteht, so mufs man doch aus der Thatsache, dafs darüber gestritten wird, ob welche entsteht oder nicht, schliefsen, dafs dabei jedenfalls eine im Verhältnifs zu den grofsen Mengen von Elektrizität, welche sich in den Polarlichtern bewegen, nur sehr unerhebliche Elektrizitätsmenge in Frage kommen kann. Diejenigen Theorien, welche die Elektrizitätsentwickelungen aus Reibungsvorgängen der Luft gegen die feste oder flüssige Erdoberfläche, verschiedener Luftschichten gegen einander, der Luft gegen Wolken oder Eisnadeln u. s. f. zu erklären suchen, sind vielleicht in der Lage über weniger zweifelhafte und ergiebigere Elektrizitätsquellen zu verfügen.

Auch die von Graf L. Pfeil vertretene Anschauung, dafs bei der Verbrennung von Wasserstoff in der Luft Elektrizität sich entwickelt, wird sich vertheidigen lassen, denn aus Versuchen an Flammen konnte man schliefsen, dafs schon durch den Kontakt der in denselben vorhandenen verschiedenen Gase Elektrizität entwickelt wird. Es sind aber die Ergebnisse dieser Versuche wegen der vielen Nebenerscheinungen, die sich nicht immer auseinanderhalten lassen, nicht leicht zu deuten, so dafs noch nicht bestimmt ausgesagt werden kann, ob auch die Verbrennung als solche zur Entstehung von Elektrizität Veranlassung geben kann.

Welche dieser Theorien jedoch wir auch betrachten mögen, bei allen treffen wir auf die Hauptschwierigkeit, dafs dieselben keine befriedigende Erklärung von dem periodischen Wechsel in den Entfaltungen der Polarlichter zu geben im stande sind, und namentlich auch für die Erscheinung, dafs die Polarlichter sich mit Vorliebe bestimmten Zonen anschliefsen, die noch dazu in ihrer Lage relativ regelmäfsige

---

[1]) Jahrgang I S. 445, 515, 572.

Aenderungen erfahren, keine Begründung liefern. Es kann aber keine Theorie Anspruch auf innere Wahrscheinlichkeit machen, die in dieser Hinsicht nicht einigermafsen genügt. Die Erklärungen, welche im ersten Artikel bei den betreffenden Theorien angeführt sind, können nur als Versuche zur Begründung angesehen werden, manchmal mögen und werden sich die Verhältnisse so gestalten, wie in diesen Theorien angenommen ist, dafs aber die in der genannten Weise entstandene Elektrizität gerade diese nicht wenig an Gesetz und Regel gebundene Erscheinung der Polarlichter, welche noch dazu zu den meteorologischen Verhältnissen in einem nur sehr losen Zusammenhang steht, zu entwickeln vermag, darf billig bezweifelt werden. Den Gewittererscheinungen gegenüber sind diese Theorien etwas günstiger gestellt, bei diesen ist zwar eine gewisse Regelmäfsigkeit, zumal durch die Arbeiten von Bezolds, im Auftreten und in der Stärke gleichfalls nachgewiesen, sie ist aber in mancher Beziehung nicht so ausgesprochen und auch nicht so vielfältig wie bei den Polarlichtern.

Nach einer Richtung hin mehr Befriedigung gewähren im allgemeinen diejenigen elektrischen Theorien, welche zur Elektrizitätsentwickelung nicht besondere mehr oder weniger regellose, auf gewisse Stoffe oder Gebiete beschränkte Prozesse auf der Erdoberfläche heranziehen, sondern die Erde als Ganzes dabei wirksam erscheinen lassen. Sie sind in der Lage, mit einiger Wahrscheinlichkeit Gründe für die geographische Vertheilung der Polarlichter anzugeben. Einige von diesen Theorien beruhen auf besonderen Ansichten über das Wesen der Elektrizität, andere auf solchen über die elektrischen Eigenschaften der Erde. Wenden wir uns erst zur Diskussion der zuletzt erwähnten, so liegt denselben die Annahme zu Grunde, dafs die Erde elektrisch geladen ist. Nach Peltier sollte die Erde auf ihrer Oberfläche negative Elektrizität besitzen. Woher der Erde diese Elektrizität zugekommen ist, läfst sich nicht sagen; Exner, dem wir wohl die sorgfältigste Durcharbeitung dieser Theorie verdanken,[1] scheint zu der Annahme geneigt zu sein, dafs überhaupt alle Himmelskörper gleich bei ihrer Bildung eine gewisse Summe negativer Elektrizität erhalten haben. Wir würden dann diese Elektrizität als der Erde so eigenthümlich anzusehen haben, wie ihre Masse.

Einzig mit dieser Elektrizität der Erde, die er freilich nicht als negativ, sondern als positiv ansieht, hat Planté die Polarlichter in

[1] Exners Repertorium für Physik. Bd. 22. S. 464—479.

der bereits angegebenen Weise zu erklären gesucht. Die Annahme, dafs diese Elektrizität positiv, nicht negativ ist, mufste der Versuche wegen gemacht werden, welche ihm den Polarlichtern ähnliche Erscheinungen lieferten. „Bringt[3]) man die positive Elektrode einer Sekundärbatterie von 400 Elementen in Berührung mit den befeuchteten Wänden eines mit Salzwasser gefüllten Gefäfses, in welches im Vornherein die negative Elektrode eingetaucht wurde, so beobachtet man je nach der mehr oder weniger grofsen Entfernung von der Flüssigkeit entweder eine Krone, die aus leuchtenden Theilen gebildet ist, welche rings um die Elektrode angeordnet sind, oder einen Bogen, welcher von einer Franse leuchtender Strahlen umsäumt ist, oder eine geschlängelte Linie, welche in einer lebhaften undulatorischen Bewegung sich befindet. Wenn man noch tiefer den Draht eintaucht, so entsteht ein geschlossener leuchtender Ring; auf diesen Ring folgt ein anderer und man erhält auf diese Weise eine Erzeugung brillanter Wellen, innerhalb welcher die Flüfsigkeit in lebhafter Wellenbewegung begriffen ist. . . . Während dieser Zeit erfährt die Ablenkung einer Magnetnadel, die in der Nähe des Stromkreises sich befindet, continuirliche Variationen.“ Offenbar sind es diese und ähnliche von ihm selbst beobachtete Erscheinungen, welche Planté zu seiner Theorie der Polarlichter geführt haben. Eine gewisse Aehnlichkeit derselben mit den Polarlichtern ist auch durchaus nicht zu verkennen, wenngleich sie nicht so grofs ist, wie Planté vermuthet zu haben scheint. Aber erstens ist gerade bei dieser Theorie die Begründung der geographischen Vertheilung der Polarlichter eine sehr unsichere. Zweitens darf man nicht übersehen, dafs die den Polarlichtern ähnlichen Erscheinungen von Planté nur bei Anwendung sehr starker und hochgespannter elektrischer Ströme hervorgerufen werden konnten. Sollen dieselben also zur Erklärung der Polarlichter dienen, so müfste man annehmen, dafs auch die Elektrizität der Erde mit erheblicher Kraft ausströmt, und dem steht entgegen, dafs nach allen bisher vorliegenden Erfahrungen die Spannung der Erdelektrizität eine relativ sehr geringe ist, jedenfalls mit derjenigen, mittels welcher Planté seine Versuche ausgeführt hat, garnicht verglichen werden kann. Endlich bietet sich noch eine besondere Schwierigkeit in dem Ersatz der ausströmenden Elektrizität dar; Planté meint, dafs die Elektrizität der Erde überhaupt nicht ersetzt würde, sie ströme so aus wie ihre Wärme; die Erde müfste dann ursprünglich ganz ungeheure Quantitäten von

[3]) Die elektrischen Erscheinungen der Atmosphäre von Gustav Planté, übers. von J. G. Valentin Galen, 1889, S. 59 ff.

Elektrizität besessen haben und ihr Vorrath mufs jetzt noch enorm grofs sein, da die Polarlichter an Glanz, soweit historische Nachrichten reichen, immer noch nicht abgenommen haben. Es läfst sich nicht viel über eine solche Annahme sagen, sie fordert die Phantasie stark heraus, aber Astronomen und Physiker werden ihr nicht gut beistimmen können, jene, weil sie neue Kräfte einführt, welche sich in säkularen Störungen wenigstens der Mondbewegung zeigen müfsten, diese, weil sie in Verlegenheit wären anzugeben, auf welche Weise so kolossale Mengen von Elektrizität, die durch Jahrtausende stetig ausströmen und sich doch nicht erschöpfen, entstehen sollen.

Noch auf einen anderen Punkt möchte ich aufmerksam machen, der sich freilich nicht auf die Plantésche Theorie allein, sondern auch auf die Theorie von Peltier bezieht. Welcher Ansicht man auch hinsichtlich der Dualität der Elektrizität huldigen mag, ob man annimmt, dafs dieselbe nur eine scheinbare ist, indem eigentlich nur eine Elektrizitätsart vorhanden ist, oder dafs es wirklich zwei Elektrizitätsarten giebt, so viel lehrt die Erfahrung, dafs die Dualität der Erscheinungen unter allen Umständen gewahrt ist. Faraday insbesondere hat immer und immer wieder darauf hingewiesen, dafs wir noch in keinem Experimente wirklich die Erscheinungen nur einer Elektrizitätsart hervorgerufen haben. Ueberall, wo wir die Erscheinungen einer Elektrizitätsart bemerken, seien wir sicher, auch diejenigen der anderen zu finden. Diese Behauptung Faradays hat sich bis jetzt nur bewahrheitet. Unwillkürlich fragt man darum nach der andern Elektrizitätsart, wenn man die eine findet. Bei Peltiers Annahme bezüglich der Ladung der Erde werden wir also nach den entsprechenden Erscheinungen, die wir positiver Elektrizität zuschreiben, zu suchen haben, bei Plantés nach denjenigen, welchen wir als Substrat negative Elektrizität unterlegen. Diese Gegenerscheinungen, oder wenn man will, Gegenelektrizitäten fehlen einstweilen, wenn man sie nicht in der Umgebung der Himmelskörper suchen will; der Aether würde dann wohl zu ihrem Träger erklärt werden, und die Entladungen der Himmelskörper würden eine allmähliche Neutralisirung der elektrischen Eigenschaften des Weltalls bedeuten, ein Seitenstück zu der allmählichen Neutralisirung der Temperaturungleichheiten im Weltall. Das ist eine neue Folgerung aus diesen Theorien, die unserem auf ewige Veränderung und ewiges Leben gerichteten Gefühl nicht wenig widerstrebt.

Lemström hat über die in seiner Theorie nach dem Vorgange Sir William Thomsons neben der negativen Ladung der Erde

noch angenommene positive Elektrizität der Luft keine eigene Hypothese aufgestellt. Er stützt sich auf die Darlegungen Edlunds, die wir bald zu diskutiren haben werden. Doch könnte man in dieser positiven Luftelektrizität auch wenigstens einen Theil der der negativen Ladung der Erde entsprechenden Gegenladung sehen. Dafs diese Theorie die geographische Vertheilung der Polarlichter einigermafsen erklärt, ist bereits bemerkt; auch einige Nebenerscheinungen können und werden so ablaufen, wie die Lemströmsche Theorie sie voraussehen läfst. Es ist aber schwer vorstellbar, wie infolge der von Lemström angenommenen, aber doch im Verhältnifs zu den seitlichen Ausdehnungen nur unerheblichen Einbiegung der Luftschale gleichen Druckes, die Elektrizität an den Polen sich so stark ansammeln kann, dafs gerade nur dort die so mächtigen Leuchtphänomene sich entwickeln.

Die noch zu betrachtenden weiteren Theorien dieser Klasse stützen sich auf besondere Annahmen über das Wesen der Elektrizität. Die Theorie von Unterweger ist recht gut geeignet, von der geographischen Vertheilung der Polarlichter Rechenschaft zu geben und gestattet auch einiges in Bezug auf die Perioden derselben vorauszusehen. Indessen lassen sich gegen diese Theorie manche Bedenken erheben. Der Aether, dessen Verdichtung und Verdünnung nach Unterweger die Polarlichterscheinungen hervorrufen soll, ist auch Träger der Lichtbewegung. Verdichtet also die Erde bei ihrem Eilen durch den Weltraum den Aether vor sich und lockert sie ihn hinter sich auf, so müfste die Lichtbewegung, da ja der Aether der Träger derselben ist, und diese Bewegung auch von seinem Zustande abhängig sein wird, auf der Seite der Verdichtung eine andere sein als auf derjenigen der Auflockerung; einstweilen scheint aber noch keine Beobachtung vorzuliegen, welche die Annahme solcher Differenzen in der Lichtbewegung rechtfertigen könnte. Vielmehr läfst alles darauf schliefsen, dafs der Aether durch die Körper fast freien Durchgang findet, so dafs auch die Erde nicht den Aether ganz vor sich herschiebt, sondern ihn so durchläfst, wie wenn sie schwammartig von weiten offenen Kanälen durchzogen wäre. Weiter würde die Verdichtung des Aethers der Erdbewegung wie ein Widerstand entgegen wirken, dieselbe also im Laufe der Zeit verlangsamen müssen. Es ist bekannt, dafs die Astronomen vielfach einen solchen Widerstand gegen die Bewegung der Himmelskörper vermuthet haben. Doch haben bis jetzt nur die Kometen sichereren Anlafs zu der Annahme eines solchen Widerstandes

gegeben und auch hier dürfte der Widerstand durch andere den Raum füllende Materie, als der Aether ist, bedingt sein.

Indessen sind das nur äufsere Bedenken gegen die Theorie, man kann denselben entgehen, wenn man annimmt, dafs die Verdichtung und Verdünnung nicht so grofs ausfällt, dafs sie die Lichtbewegung für unsere optischen Mefsmittel merklich beeinflufste, und die Erde in ihrer Bahn derartig behinderte, dafs dieses schon in der relativ kurzen Zeit genauerer astronomischer Beobachtungen hätte hervortreten können. Viel mehr vielleicht wird die Theorie durch den Umstand beengt, dafs wir garnicht wissen, ob Verdichtung und Verdünnung des Aethers diejenigen Erscheinungen hervorbringen, welche wir der „Elektrizität in ihren beiden Arten" zuschreiben. Das ist eine besondere Hypothese, deren Wahrscheinlichkeit erst nachgewiesen werden mufs, indem aus derselben alle Erscheinungen der Elektrizität so abgeleitet werden, wie beispielsweise aus der Hypothese, dafs die Licht- oder Schallausbreitung durch Wellenbewegungen im Aether bezw. der Luft erfolgt, alle optischen und alle akustischen Phänomene abgeleitet sind. Ob das möglich ist, weifs ich nicht zu sagen, vieles scheint dagegen zu sprechen, namentlich dürfte es kaum vorstellbar sein, wie durch die Ausgleichung von Verdichtungen und Verdünnungen die Lichterscheinungen der Polarlichter hervorgebracht werden sollen. Verdichtung für sich kann irdische Körper so weit erhitzen, dafs dieselben zu leuchten beginnen, aber welche Eigenschaften sollen dem Aether zukommen, damit durch die Ausgleichung einer Verdichtung und Verdünnung Licht entwickelt wird, während die Verdichtung selbst kein Licht hervorbringt? Bedürfen wir aber besonderer an irdischen Körpern nicht vorhandener und nicht vorstellbarer Eigenschaften, dann ist durch eine solche Hypothese für die eigentliche „Erklärung" des Vorganges nicht viel gewonnen.

An der zweiten Theorie dieser Art, derjenigen von Edlund, haben wir, um den Manen dieses Forschers, dem die Physik so viele wichtige Untersuchungen verdankt, gerecht zu werden, zwei Theile zu unterscheiden; der eine ist rein hypothetisch und läfst sich nach dem heutigen Stande der Wissenschaft nicht ferner aufrecht erhalten, der andere beruht auf einfachen Erfahrungen und hat dauernden Werth. Dafs die Erde als Magnet durch ihre Rotation elektrische Ströme hervorbringen kann, ist nicht zu bezweifeln, aber sie dürfte das kaum in der Weise thun, wie Edlund, ausgehend von seiner so sorgfältig ausgearbeiteten eigenartigen Theorie es sich vorstellte. Allein durch seine eigene Bewegung vermag wohl kein Magnet

in sich Ströme zu erzeugen. Denn es spricht alle Erfahrung dafür, dafs elektrische Ströme durch Bewegung von Magneten nur an solchen Stellen entstehen, welche nicht dieselbe Bewegung haben wie die Magnete. Dies relative Verhalten zwischen dem induzirenden Körper und dem induzirten ist das entscheidende, ein Körper induzirt in sich, so viel wir bis jetzt wissen, durch Bewegung als Ganzes keine Elektrizität; Induktion findet nur in solchen Körpern statt, welche entweder in Ruhe verharren oder eine andere Bewegung haben als der induzirende Körper. Zur Entscheidung über Edlunds Vermuthung hat auch E. Hoppe unmittelbare Versuche angestellt, welche das zu erwartende Resultat ergeben haben, dafs in der That ein Magnet durch seine Rotation in sich keine Ströme induzirt, sondern nur in umgebenden ruhenden oder anders bewegten Leitern.[4]) Kann also die Edlundsche Theorie nach dieser Richtung hin nicht aufrecht erhalten werden, so bleibt doch die Thatsache bestehen, dafs die Erde als Magnet Ströme induzirt, nur geschieht das nicht in ihrer als Ganzes rotirenden Masse, sondern in denjenigen Theilen, welche aufser der Rotation noch eine besondere eigene Bewegung besitzen, wie Flüsse, Meeresströme, Wolken und Luftmassen. Faraday hat schon gleich nach seiner Entdeckung der Induktion durch Bewegung magnetischer Massen die Existenz von derartig durch die Erde hervorgebrachten Strömen vermuthet, und als er die gegenüberliegenden Ufer der Themse durch einen Draht verband, fand er wirklich Ströme in demselben zirkuliren. Doch ist es bei der Vielartigkeit der Bewegungen, die wir auf der Erde an Wasser, Luft, Eis u. s. w. finden, schwer zu übersehen, nach welcher Richtung die Ströme überwiegen werden. So einfach und elegant wie nach den Edlundschen Entwickelungen auf Grund seiner nicht haltbaren Hypothese werden sich die Verhältnisse nicht gestalten, und mit ihrer Uebersichtlichkeit und ihrer Hypothese verliert die Edlundsche Theorie den gröfsten Theil ihrer Bedeutung.

Endlich sind zu dieser Abtheilung auch noch die Theorieen von Hansteen und Muncke zu zählen. Hansteens Darlegung bietet eigentlich nur eine Erklärung der magnetischen Wirkung der Polarlichter, nicht aber der Polarlichter selbst, denn über die Herkunft der „neutralisirten" Elektrizitäten wird nichts angegeben. Muncke hebt hervor[5]) „Es ergiebt sich hieraus also augenfällig, dafs das Nordlicht selbst durch Hansteen garnicht erklärt und seine Ursache garnicht nachgewiesen ist." Muncke ist zu seiner eigenartigen Theorie durch

[4]) Wiedemanns Annalen Bd. 28 S. 478, Bd. 29 S. 544.

[5]) Physikalisches Lexikon Bd. VII Abth. 1 S. 258.

eine Beobachtung gelangt, die er an Körpern gemacht hat, welche von Strahlen getroffen werden. Er glaubte die Entdeckung gemacht zu haben,[6] dafs manche Körper, wie Glas, Eis, Thon u. s. w., im Sonnenlicht elektrisch werden. Man wäre versucht, diese Entdeckung Munckes vor 60 Jahren den neueren Ergebnissen über den Einflufs von Strahlen auf elektrische Ladungen und die Elektrisirung durch Strahlen an die Seite zu stellen. Doch sind die Strahlen, welche hier in Frage kommen, Lichtstrahlen, während Muncke ausdrücklich die von ihm bemerkten Erscheinungen den Wärmestrahlen zuschreibt und nach seinen Versuchen auch zuschreiben mufs. Es hängen Munckes Beobachtungen mit den neueren nicht zusammen, sie stehen zu diesen sogar in einem gewissen Gegensatze, weil bei ihnen Strahlen wirksam sein sollten, welche nach den neueren Beobachtungen gerade nicht wirksam sind, da die Zerstreuung der Elektrizität und Ladung mit Elektrizität nach diesen neueren Erfahrungen hauptsächlich den kalten violetten, nicht den wärmeren rothen Strahlen zukommt. Auch mit den Beobachtungen Nahrwolds und denen von Elster und Geitel[7] über die elektrische Ladung von Gasen durch glühende Körper scheinen Munckes Ergebnisse nicht zusammengestellt werden zu dürfen, und Munckes Entdeckung steht vorläufig vereinzelt da. Vielleicht sind die von ihm beobachteten Erscheinungen durch irgend welche andere als elektrische Kräfte hervorgebracht worden, obgleich es schwer ist, dieselben in anderer Weise zu deuten, als es von diesem sorgsamen Forscher geschehen ist. Die am meisten anfechtbare Behauptung Munckes in seiner Polarlichttheorie ist diejenige, wonach die Influenz der Elektrizität, welche auf der Erdoberfläche durch die Bestrahlung der Sonne hervorgerufen ist, auf die Luft gerade in Richtung der magnetischen Kräfte geschehen soll. Hierüber wird bald in allgemeinerer Weise gesprochen werden.

In denjenigen Theorien, welche der Elektrizität der Polarlichter aufserirdischen Ursprung zuschreiben, wird die Quelle derselben insbesondere auf der Sonne gesucht. Wir heben hier die Haupttheorie, die von Wilhelm und Werner Siemens hervor. Werner Siemens hat die Existenz einer elektrischen Ladung auf der Sonne sehr wahrscheinlich gemacht, eine solche Ladung mufs durch Influenz auf der Erde wie auf allen andern Körpern eine Scheidung der beiden Elektrizitätsarten hervorbringen; strömt von diesen die eine Elektrizitätsart in den Raum hinaus, um sich daselbst mit der entgegenkommenden Elek-

[6]) Poggendorfs Annalen Bd. XX S. 417—431.

[7]) Wiedemanns Annalen Bd. 5 S. 31, 35.

trizität der durch die im ersten Artikel beschriebene Fächerwirkung der Sonne hinausgeschleuderten Materie zu vereinigen, so würden die Polarlichterscheinungen auftreten. Aenderungen in der Elektrisirung der Sonne bedingen Aenderungen in der Influenz der Erde, dadurch ist die Abhängigkeit der terrestrischen Entladungen von Zuständen auf der Sonne erklärt und namentlich auch der Zusammenhang mit der elfjährigen Sonnenfleckenperiode dem Verständniſs näher gerückt. Für uns die Hauptsache in dieser Theorie ist die Annahme einer Ladung der Sonne mit freier Elektrizität, der Vorgang, durch welchen die Elektrisirung geschieht, kann der im ersten Artikel geschilderte oder ein anderer sein. „Mag,“ sagt Werner Siemens in seiner Abhandlung[8]) über das Sonnenpotential, „der Elektrisirungsvorgang in der Sonnenverbrennung selbst, in der Reibung der aus dem Weltenraum ihr zuströmenden Materie oder in anderen noch unbekannten Ursachen zu suchen sein — die Möglichkeit der Existenz eines Sonnenpotentials ist durch die Aequatorial-Ausbreitung von Verbrennungsprodukten der Sonne im Weltraum gegeben.“

Eigenartig ist die Ableitung der geographischen Vertheilung der Polarlichter in dieser Siemensschen Theorie. Es soll die Thatsache, daſs die Polarlichter hauptsächlich in den polaren Gegenden ihren Sitz haben, darin begründet sein, daſs die oberen Luftströmungen vom Aequator zum Pol die Elektrizitätsmassen der niederen Breiten in die polaren Regionen zusammendrängen. Der Transport der Elektrizität nach den Polen ist also ein konvektiver. Es ist aber nicht recht einzusehen, wie nun weiter die Orientirung der Polarlichter nach der Richtung des Erdmagnetismus zu erklären ist. Ganz auſserordentliche Klarheit dagegen verbreitet diese Theorie, wie bemerkt, über den Zusammenhang zwischen den Vorgängen auf der Sonne (namentlich deren Fleckenentwickelung) und den Polarlichtern, und auch für das Verständniſs der Perioden der Polarlichter gestattet sie, ähnlich wie die Unterwegersche Theorie, bestimmte Gesichtspunkte zu gewinnen.

Die Ergebnisse aller dieser Darlegungen sind nun von sehr verschiedenem Werth für die Erklärung der einzelnen Erscheinungen, welche die Polarlichter darbieten. Mit ziemlicher Sicherheit ist nachgewiesen, daſs diese Lichter kein Scheindasein führen, sondern wirklich als Lichter bezeichnet werden dürfen, indem in ihnen gewisse Substanzen eigenes, nicht erborgtes, Licht aussenden. Auch darüber,

[8]) Wiedemanns Annalen Bd. XX. S. 120.

dafs in den Polarlichtern hauptsächlich gasförmige Substanzen leuchten, kann nur wenig Zweifel herrschen. Weniger gewifs ist, dafs diese Substanzen dieselben sind, welche die Luft zusammensetzen, doch spricht viel dafür, dafs wir nicht nöthig haben, uns nach anderen Materien umzusehen. Endlich ist nach unseren bisherigen Erfahrungen sowohl in Bezug auf das Leuchten der Gase, als in Bezug auf das Verhalten der Polarlichter zu den Erscheinungen des Erdmagnetismus viel Wahrscheinlichkeit dafür vorhanden, dafs wir in den Polarlichtern keine mechanischen oder chemischen, sondern elektrische Prozesse sich abspielen sehen. Nun aber beginnen die Schwierigkeiten. Zunächst mufsten von den für die Elektrizität angegebenen Quellen einige als ganz hypothetisch, andere als ungewifs und wieder andere als unzureichend bezeichnet werden; manche wieder führten zu Erscheinungen, die noch nicht bemerkt worden sind. Dann aber vermag wohl keine der erwähnten elektrischen Theorien mit Sicherheit für alle Eigenschaften der Polarlichter ausreichende Gründe anzugeben.

Die meiste Schwierigkeit scheint die Erklärung des Zusammenhanges zwischen den erdmagnetischen Erscheinungen und den Polarlichtern zu bereiten. Ich will hierauf, weil dieses für das Wesen der Polarlichter mit von entscheidender Bedeutung ist, etwas genauer eingehen und nachweisen, dafs bei geeigneter Abänderung bis jetzt allgemein herrschender Ansichten eine solche Erklärung wohl gegeben werden kann. Wir haben dabei zu beachten erstens die Orientirung der Polarlichter im Verhältnifs zu der Richtung der erdmagnetischen Kraft, zweitens die geographische Vertheilung der Polarlichter auf der Erde mit Bezug auf die Vertheilung des Erdmagnetismus, drittens das gleichzeitige Auftreten der Polarlichter mit starken Störungen des Erdmagnetismus.

Sind die Polarlichter elektrische Erscheinungen, so müssen dieselben in ihrer Orientirung durch den Erdmagnetismus beeinflufst werden, ein Zusammenhang zwischen der Richtung derselben und derjenigen der erdmagnetischen Kraft steht dann von vornherein zu erwarten. Dieser Zusammenhang wird aber bestimmt durch die Richtung der elektrischen Entladungen oder Strömungen in den Polarlichtern, und wenn derselbe bekannt ist, ist man auch umgekehrt in der Lage, Schlüsse über die Richtung der elektrischen Vorgänge anzugeben. Nun kennen wir wirklich diesen Zusammenhang (s. das Voraufgehende), man hat darum auch schon früh angegeben, welche Richtung die elektrischen Bewegungen in den Polarlichtern einschlagen. In

dieser Beziehung hat sich aber, wie ich glaube, eine nicht ganz aufrecht zu erhaltende Ansicht festgesetzt. Es wird fast allgemein geradezu ausgesprochen oder stillschweigend vorausgesetzt, dafs die elektrischen Bewegungen in Richtung der Strahlen vor sich gehen; diese in die Kraftlinien des Erdmagnetismus fallenden Strahlen sollen also die elektrischen Ströme der Polarlichter sein.

Zwei Gründe dürften zu dieser Ansicht geführt haben, einmal die Beobachtung, welche Plücker gemacht zu haben glaubte, dafs die Ströme in den Geifslerschen Röhren unter der Einwirkung eines Magnets sich in Richtung der Kraftlinien desselben einstellen. Aber Hittorf und Goldstein haben auf das unzweifelhafteste nachgewiesen, dafs selbst, wenn dem Strom die günstigste Gelegenheit gewährt wird, die Richtung der magnetischen Kraftlinien einzuschlagen, in Wahrheit die leuchtenden Entladungen einen bedeutenden Umweg einschlagen, indem sie sich spiralförmig um die Kraftlinien des Magnets herumwinden. Diese Entladungen gehen also nicht entlang der Kraftrichtung des Magnets, sondern immer quer zu derselben, sie umschlingen dieselbe; unter Umständen sind aber die Windungen so eng, dafs sie den Anblick einer stetigen Linie gewähren können, die dann natürlich als mit der Kraftrichtung zusammenfallend angesehen wird. Aus Plückers nur durch Ungunst der Umstände veranlafsten Angaben können wir also nicht schliefsen, dafs elektrische Ströme in Luft durch magnetische Kräfte in deren Richtung hineingezogen werden, es braucht dieses selbst dann nicht zu geschehen, wenn diese Ströme wie in den Geifslerschen Röhren feste Eingangs- und Ausgangsstellen (Elektroden) haben.

Den anderen Grund nahm man aus der mathematischen Theorie der Wirkungen von Magneten auf Ströme. Dafs ein in sich zurücklaufender geschlossener Strom sich stets quer zu den auf ihn wirkenden magnetischen Kräften stellt, unterliegt keinem Zweifel. Für Stromtheile zeigte aber die Theorie, dafs dieselben im Gleichgewicht verharren, wenn sie in Richtung der magnetischen Kräfte fallen. Hieraus schlofs man, dafs Stromtheile sich von selbst immer in diese Richtung stellen, weil sie in derselben im Gleichgewicht bleiben. Dagegen läfst sich aber Folgendes einwenden. Die Theorie besagt nur, dafs, wenn Stromtheile in Richtung der magnetischen Kräfte schon liegen, sie in dieser Richtung verharren, nicht aber, dafs sie in diese Richtung hineinkommen, falls sie sich in derselben noch nicht befanden. Im Gegentheil kann aus der Theorie selbst eingesehen werden, dafs eine Bewegung nach den Kraftrichtungen selbst gar nicht statt-

findet. Die Kraftrichtungen sind zwar Gleichgewichtslagen für Stromstücke aber nicht stabiler, sondern gerade labiler Art; kommt ein Stromtheil aus einer magnetischen Kraftlinie heraus, so wirkt auf denselben sofort eine seitliche Kraft, die quer zu einer Ebene geht, welche durch ihn und die Kraftrichtung zu legen ist, doch keine in dieser Ebene selbst, er kehrt also niemals von selbst zur Kraftlinie zurück, wie gering auch seine Deflexion aus derselben gewesen sein mag. Also giebt auch die Theorie keine Handhabe für die Annahme, dafs ein Stromtheil von selbst ohne Zwang sich in Richtung einer magnetischen Kraftlinie begiebt. Ist dieser Stromtheil völlig frei, so dreht er sich um die betreffende Kraftrichtung; ist er an einem Ende befestigt und sonst biegsam, so wird er, sobald er nur irgend einen Winkel mit der Kraftlinie bildet, infolge der, wie hervorgehoben, auf ihn seitlich wirkenden magnetischen Kraft um diese Kraftlinie schraubenförmig herumgeschlungen sein können, ganz wie das Hittorf und Goldstein gesehen haben.

Die Annahme, dafs die Strahlen der Polarlichter selbst die elektrischen Ströme sind, ist hiernach nicht mehr haltbar, wenn man nicht zugleich angiebt, durch welche besonderen Kräfte dieselben in die Wirkungsrichtung des Erdmagnetismus gebracht sind, da, wie sofort gezeigt werden soll, sogar Kräfte bezeichnet werden können, welche sie zwingen, andere Bahnen eher als diejenigen der erdmagnetischen Kraftrichtungen einzuschlagen.

Sehen wir nun in den Polarlichtern elektrische Entladungen statischer Elektrizität von der Erde in die höheren Regionen oder aus diesen zur Erde, so haben wir mit zwei Arten von Kräften zu rechnen, mit den elektrischen und den magnetischen. Die elektrischen Kräfte, die nach dem Coulombschen Gesetze wirken, treiben die Entladungen von den aufgehäuften Elektrizitätsmengen auf kürzestem Wege fort. Befänden sich letztere zum Beispiel auf der Erdoberfläche, so würde die Entladung sich gerade und lothrecht von dieser erheben. Wie aber diese Anhäufungen auch sein mögen, für die Annahme, dafs ihre elektrischen Wirkungen gerade in Richtung der magnetischen Kraft der Erde verlaufen, liegt absolut kein Grund vor, da ja die Form dieser Anhäufungen, ihr Ort, ihre Ausdehnung und Umgebung allen möglichen Variationen unterliegen können. Im Gegentheil wird man jedesmal mit einer sehr viel gröfseren Wahrscheinlichkeit darauf zu rechen haben, dafs die elektrischen Kräfte nach ganz anderer Richtung wirken werden als der Erdmagnetismus; Fälle, wo diese Richtung mit derjenigen des Erdmagnetismus zusammen fällt, werden

natürlich auch vorkommen können, sie werden jedoch selten und keineswegs der Regel nach eintreten. Hiernach werden die Entladungen in ihrem Beginne im allgemeinen eine andere Richtung einschlagen, als die Wirkung des Erdmagnetismus, und dann müssen dieselben sich in Schraubenlinien um die Kraftlinien des Erdmagnetismus zur Erde hin oder von dieser fort bewegen. Es ergiebt sich hieraus, dafs, wenn wir in den Polarlichtstrahlen elektrische Entladungen statischer Elektrizität zur Erde oder von derselben fort sehen sollen, diese sich uns als Schraubenlinien mit den durch die Projektion auf das Himmelszelt bedingten scheinbaren Aenderungen darstellen müssen. Wir werden also Schleifen oder Ringe oder Zickzacks oder Schichtungen erwarten, deren Achse immer die Richtung der Inklination hat. Gebilde in Schleifen- und Ringform sind in den Polarlichtern oft gesehen worden, ob man die Polarlichtstrahlen jemals in Zickzack oder geschichtet bemerkt hat, weifs ich nicht. Bei dem so aufserordentlichen Reichthum der Polarlichter an Formen und Gestaltungen ist es leicht möglich, dafs alle aus dem Schraubenlauf durch Projektion abzuleitenden Gebilde wirklich schon gesehen sind, die Nachrichten hierüber sind nicht so ausgiebig, wohl weil man bisher den Formen selbst keine so grofse Bedeutung zugeschrieben hat. Wenn die Windungen der Schraubenströme sehr eng sind, können letztere sogar den Anblick gerader Ströme bieten, ich darf darum auch nicht sagen, dafs die Annahme solcher Entladungen nach dieser Richtung hin zu Widersprüchen mit den Beobachtungen führt, sondern habe nur hervorzuheben, dafs, wenn man in den Polarlichtstrahlen solche Entladungen sehen will, man die Entladung nicht wie bisher in Richtung dieser Strahlen, sondern schraubenförmig um diese Richtung herumgehend sich vorzustellen hat, da die Erfahrung lehrt, dafs die Strahlen in Richtung der erdmagnetischen Kraft liegen. Die Bogen der Polarlichter beständen aus solchen auf einem Cylindermantel angeordneten Schraubenströmen, die sich zur Erde hin oder von derselben fort in ganz oder nahezu parallelen Richtungen bewegen.

Es ist aber auch noch eine andere Auffassung der Sachlage möglich; die Bogen würden sich in ganz derselben Weise einstellen, wie sie es wirklich thun, wenn sie nicht aus einzelnen solchen Schraubenströmen zusammengesetzt wären, sondern selbst kontinuirliche Ströme bildeten, welche sie in Richtung ihrer Erstreckung und Krümmung durchziehen. Nach dieser Auffassung würden die Bogen Ansammlungen von Strömen bilden, welche in ihnen und quer zu den Strahlen fliefsen. Ist ein solcher Bogen zu einem Ringe geschlossen,

so fliefsen diese Ströme in sich zurück, und der Bogen ist aus Ringströmen gebildet, die völlig frei in der Luft zirkuliren. Nachrichten von vollständigen Ringen in den Polarlichtern sind nicht gerade selten, es sei vor allem an die Beobachtungen Nordenskjölds erinnert, wonach überhaupt über der Erde ein leuchtender Ring wie eine Glorie schweben soll; werden Bogenstücke gesehen, so erstrecken sich diese meist bis zum Horizont und können sich unterhalb desselben fortsetzen und eventuell in sich schliefsen. Aber auch wenn ein Bogenstück über dem Horizont begrenzt sein sollte, so dafs kein geschlossener Ring vorhanden zu sein scheint, so gilt das doch nur für den leuchtenden Theil, und da wir durch Untersuchungen von Hertz über den Verlauf von Strömen in luftverdünnten Räumen wissen, und wir es auch in Geifslerschen Röhren sehen, „dafs Ströme solche Räume auch durchziehen können, ohne dieselben in ihrer ganzen Bahn zu erleuchten, sind wir in solchen Fällen nicht genöthigt anzunehmen, dafs die Ströme wirklich da aufhören, wo der Bogen begrenzt erscheint, sondern können uns vorstellen, dafs die Ströme noch weiter gehen und in sich zurücklaufen; der sichtbare Bogen ist dann nur der Theil der Strombahnen, welcher infolge besonderer Verhältnisse, die daselbst in der Luft herrschen, zum Leuchten gelangt ist, der andere Theil ist infolge anderer Verhältnisse dunkel geblieben, obwohl er gleichfalls von Strömen durchzogen wird. Ob es Bogen geben kann, welche in der Erde oder dem Weltenraum ihre Begrenzung finden, weifs ich nicht zu sagen, sicher beobachtet dürften wohl solche Bogen nicht sein; scheint auch oft ein Bogen mit seinen Enden auf der Erde aufzuruhen, so dürfte das doch nur heifsen, dafs er sich bis zum Horizont erstreckt, oder dafs sich von ihm freie Elektrizität zur Erde bewegt.

Ströme, welche in dieser Weise die Bogen durchziehen, würden sich stets so einstellen, dafs ihre Bahnebenen quer zu den Kraftrichtungen des Erdmagnetismus stehen. Daraus würde die Einstellung der Bogen, welche ja diese Ströme selbst sein sollen, quer zu den magnetischen Meridianen sich ergeben, und es würde folgen, dafs die Strahlen, welche die Bogen quer durchziehen, in Richtung des Erdmagnetismus liegen müfsten, ganz so wie die Beobachtung es im allgemeinen ergiebt.

Obgleich der Unterschied zwischen den beiden Auffassungsweisen für die Vorstellung nicht so grofs erscheint, ist er doch von fundamentaler Bedeutung. Nach der ersten haben wir es mit einfachen Entladungen von Elektrizität von und zu der Erde zu thun,

nach der zweiten, wobei die Ströme im allgemeinen in der Luft verlaufen und in sich geschlossen sind, können wir dieselben kaum anders denn als Induktionsströme auffassen. Im ersten Fall würden durch irgend welche Vorgänge Elektrizitäten hervorgerufen sein, die sich dann in den Polarlichtern ausgleichen; die Hauptwirkung dieser Vorgänge bestände in dem Hervorrufen von Elektrizität, die Polarlichter wären sekundäre Erscheinungen. Im zweiten würden irgend welche Vorgänge auf die Erde inducirend wirken, und die Polarlichter stellten die inducirten Ströme der Luft, die Erdströme diejenigen der festen Erdmasse dar.

Es ist schwer zu sagen, welche von den beiden Auffassungen die zutreffendere ist, doch will ich bei jeder diejenigen Einwände hervorheben, welche sich gegen dieselbe mit besonderer Stärke geltend machen lassen.

Zunächst scheint es, als ob elektrische Ströme immer in sich geschlossen sind, freie Stromstücke garnicht existiren können. Faraday insbesondere hat die Ansicht ausgesprochen, dafs selbst da, wo wir, wie z. B. bei der Entladung einer Leydener Flasche, anscheinend einen nicht geschlossenen Strom von Elektrizität sehen, doch noch irgendwo in den umgebenden Körpern, bei der Leydener Flasche z. B. im Glase der Flasche, Vorgänge sich abspielen, welche den Strom zu einem in sich geschlossenen ergänzen. In der zweiten Auffassung der Polarlichter brauchen wir uns nach solchen anderen Vorgängen nicht umzusehen, die Ströme sind hier schon an sich geschlossen, in der ersten dagegen haben sie Elektroden, die Erde und die umgebende Materie; was wir in den Lichtern sehen, sind nur Stromstücke. Es fehlen einstweilen die Ergänzungen derselben, wenigstens kennen wir noch keine Erscheinungen bei den Polarlichtern, welche auf Vorgänge hindeuten, die solche Ergänzungen darstellen könnten. In dieser Beziehung ist also die zweite Auffassung günstiger gestellt, als die erste.

Hinsichtlich der Richtung der Polarlichter im Verhältnifs zur Richtung der Kraft des Erdmagnetismus stehen sich beide Auffassungen gleich, obwohl auch hier die erste Auffassung zu etwas schwierigeren Annahmen führt. Wenn die magnetische Kraft die elektrische überwinden soll, mufs dieselbe auf sehr dichte oder sehr stark bewegte Elektrizitätsflüsse wirken; gewöhnliche oder inducirte Ströme unterliegen immer deutlichen magnetischen Wirkungen, bei elektrostatischen Entladungen aber, wie sie in unseren Laboratorien vor sich gehen, bemerken wir solche Wirkungen nur selten, weil sie nicht ge-

nügend intensive Ströme geben. Sollen die Polarlichter in einfachen elektrostatischen Entladungen bestehen, die doch vom Erdmagnetismus gerichtet werden, so müssen diese Entladungen so stark sein, dafs wir in Verlegenheit gerathen würden, die natürlichen Quellen anzugeben, aus denen so grofse Mengen Elektrizität herstammen sollen. Doch ist dieses noch kein wesentlicher Einwand gegen die erste Auffassung. Anders steht es, sobald wir die beiden Auffassungen nach ihren Leistungen für die geographische Vertheilung der Polarlichter vergleichen. Hier ist das Uebergewicht der zweiten Auffassung über die erste nicht unbedeutend. Werden nämlich in der Masse eines Magnets Ströme inducirt, so richtet sich der Erfahrung nach ihre Vertheilung immer auch nach der Vertheilung des Magnetismus im Magnet. Sie vertheilen sich so, dafs sie, aufser etwaigen äufseren Einwirkungen, ihren Einwirkungen auf einander und den Einwirkungen des Magnets auf sie möglichst nachkommen. Sind nun in der Erde und deren Hülle solche Ströme vorhanden, so läfst sich freilich ihre genaue Vertheilung von vornherein nicht angeben, weil hierbei zu viele uns noch unbekannte Faktoren mit entscheidend eingreifen, so viel ist jedoch zu ersehen, dafs die Ströme sich vornehmlich um die magnetischen Pole herum zusammenziehen werden. Dort erscheinen sie also in dichter Folge und können darum die Luft, welche sie durchziehen, zum Leuchten bringen; in der Mitte zwischen den Polen werden sie nur spärlich vertreten sein, daher dort auch keine besonderen Wirkungen hervorbringen. Damit ist die eigenthümliche geographische Vertheilung der Polarlichter in Zonen, welche die magnetischen Pole umschlingen, erklärt und zugleich ist der Vorstellung freier Raum gelassen, sich alle besonderen Erscheinungen in den Polarlichtern abzuleiten, wie das gleichzeitige Auftreten mehrerer Bogen, die noch dazu gegeneinander geneigt sein können, das Vorhandensein von Ringen, Schleifen u. s. f. durch besondere, lokale Concentrationen der elektrischen Ströme, welche Concentrationen sich nach der Beschaffenheit der Luft, der Wirkung der Ströme aufeinander, der Wirkung der Erde als Magnet, derjenigen der Ströme innerhalb der Erdmasse und vielleicht noch der Wirkung aufserirdischer, etwa solarer Kräfte richten. Aendern sich diese Umstände, so wird sich die Stromvertheilung ändern, daher die Drehungen der Bogen, das Entstehen neuer Lichterscheinungen und Verschwinden älterer, kurz, die ganze so aufserordentliche Wandelbarkeit in den Erscheinungen eines Polarlichts. Können wir also auch nicht jedesmal die Vertheilung und die Aenderungen als nothwendig nach-

weisen, weil wir die verschiedenen Einflüsse und deren Veränderungen noch nicht durchschaut haben, so sind wir doch wenigstens nach dieser Auffassung in der Lage, Umstände, an deren Wirkung nicht zu zweifeln ist, anzugeben, welche das alles zu bewerkstelligen vermöchten, und es ist schon viel gewonnen, wenn man eine Erscheinung auch nur qualitativ erfafst hat, das Quantitative in den Erscheinungen der Erde zu bestimmen wird wohl noch sehr lange ein pium desiderium bleiben.

Schwieriger ist die geographische Vertheilung der Polarlichter nach der ersten Auffassung zu verstehen. Die Wirkung des Erdmagnetismus dürfte hier nicht ausreichen, denn nach der Lage der Schraubenströme werden dieselben hauptsächlich Drehungen, weniger nach dem einen oder anderen Pol merklich treibende Kräfte durch die Erde erfahren. Während bei der zweiten Auffassung einzig die bekannten und sicheren Wirkungen des Erdmagnetismus heranzuziehen waren, müssen wir hier meist von unsicheren meteorologischen Gegensätzen und deren noch unsichereren Einwirkungen auf die elektrischen Ansammlungen und Entladungen ausgehen. Wenn wir von der auf rein hypothetischer Basis aufgebauten Theorie von Unterweger absehen, so ist es eigentlich einzig die Theorie von Siemens, welche für die Vorliebe der Polarlichter für polare Gegenden einen einigermafsen wahrscheinlichen Grund angiebt und auch hier wird die Vertheilung nicht sowohl zu den magnetischen Verhältnissen der Erde in Beziehung gesetzt, als vielmehr zu den astronomischen und geographischen.

In einer anderen Hinsicht scheint dagegen die erste Auffassung die zweite zu übertreffen. Wir ersehen nämlich aus vielen Beobachtungen und namentlich aus denen von Lemström, dafs mit den Polarlichtern und oft auch ohne dieselben in der That Entladungen zur Erde oder aus derselben vor sich gehen. Das scheint doch wieder für die erste Auffassung zu sprechen. Indessen ist zu bemerken: erstens zeigen sich diese Entladungen nur in der eigentlichen Heimath der Polarlichter, in unseren Breiten ist sogar noch jetzt nicht sicher entschieden, ob mit den Polarlichtern besondere Elektrizitätsströmungen zur Erde oder von derselben fort verbunden sind oder nicht. Zweitens aber kann auch jeder in sich geschlossene Strom auf der Oberfläche seines Leiters freie Elektrizität entwickeln, und diese würde dann zur Erde oder von dieser fort abfliefsen. Man wäre sogar versucht, in manchen in früheren Artikeln über das Polarlicht (erster Jahrgang) beschriebenen, von Koch in Labrador beobachteten

Erscheinungen, wie namentlich in den von den Bogen anscheinend zur Erde sich herabsenkenden Lichtmassen (s. insbesondere die entsprechenden Abbildungen) diese von den Strömen im Bogen entwickelte freie Elektrizität zu sehen. Durch die Strömung dieser freien Elektrizität können wir auch das Nachleuchten der Polarlichter erklären, welches auch in Geifslerschen Röhren beobachtet wird.

Weiter scheint auch der innere Bau der Bogen aus der ersten Auffassung sich leichter als aus der zweiten zu ergeben. Der Bogen besteht aus durch dunkele Zwischenräume getrennten Strahlen, in der ersten Auffassung sind aber gerade die Strahlen die Individuen, sie sind einzelne Schraubenströme und können wirklich jeder für sich besonders bestehen. In der zweiten Auffassung sieht man keinen Grund für eine Zerfällung der Bogen in Strahlen, da ja die Ströme jeden Bogen ganz durchlaufen. Es sei aber daran erinnert, dafs auch bei den Strömen in den Geifslerschen Röhren die Lichterscheinungen in Schichten zerfallen können, die durch dunkele Zwischenräume getrennt sind und (soweit sie wenigstens dem positiven Lichte angehören) anscheinend quer zur Stromrichtung liegen. Die Strahlen der Polarlichter würden dann diesen Schichten zu vergleichen sein, sie wären nicht eigentlich Strahlen, sondern Schichten, in welche der Bogen wie bei Strömen in Geifslerschen Röhren zerfällt. Darauf deutet auch die verschiedene Färbung der Strahlen an beiden Seiten, die in analoger Weise auch bei den Schichten in den Geifslerschen Röhren beobachtet wird. Doch hat diese Annahme allerdings einige Schwierigkeit, weil die Strahlen sich oft allzusehr wie besondere Individuen verhalten, und vor allem, weil die Schichten, die wir in Geifslerschen Röhren beobachten, den begrenzenden Wandungen ihre Entstehung mit zu verdanken scheinen, von solchen Wandungen aber bei den Polarlichtern nicht gut gesprochen werden kann, wenngleich die Ströme auch hier oberflächlich begrenzt sein können. Weiter hat Hertz auch gezeigt, dafs die Richtung der Stromlinien in Geifslerschen Röhren in keiner rechten Verbindung zu der Richtung der sogenannten Kathodenstrahlen steht; es ist darum auch bezüglich der Schichten ungewifs geworden, ob dieselben Stromabschnitte darstellen, wenngleich mannigfache Versuche dafür sprechen.

Was aber das Verhältnifs der beiden Auffassungen der Polarlichtströme zu den beobachteten, mit den Polarlichtern in derselben Epoche auftretenden Störungen unserer magnetometrischen Apparate betrifft — Störungen, die wir gewöhnlich Aenderungen des Erdmagnetismus selbst zuschreiben — so müfste allerdings, falls diese Störungen

durch die Polarlichtströme hervorgebracht werden, ein Unterschied zwischen denselben sich ergeben. Indessen sind wir durchaus nicht sicher, dafs die Störungen, die wir zugleich mit Polarlichtern an unseren Magnetometern bemerken, von diesen Lichtern verursacht werden; wir werden sogar, selbst wenn wir sie nicht in wirklichen Aenderungen, die der Magnetismus der Erde erfährt, suchen, sie doch hauptsächlich den Strömen zuschreiben müssen, welche innerhalb der Erde und erfahrungsmäfsig zugleich mit den Polarlichtern in besonderer Stärke zirkuliren. Hier fehlen uns aber noch entscheidende Beobachtungen, und wir können einstweilen nichts weiter sagen, als dafs nach beiden Auffassungen Störungen unserer Magnetnadeln möglich sind und zu erwarten stehen, sobald die Ströme irgend welche Aenderungen in ihrer Lage oder Stärke erfahren.

Das betrifft alles das Verhältnifs der Polarlichtströme in der einen oder anderen Auffassung zum Erdmagnetismus, hier konnten wir alles in mehr oder weniger bestimmte Aussprüche fassen. Gehen wir zur Entstehungsursache der Polarlichter über, so können wir nur Vermuthungen aufstellen. Soweit sich die Erfahrungen übersehen lassen, gerathen wir, wie ich glaube, mit denselben am wenigsten in Widerspruch, wenn wir den Ort für die Entstehungsursache der Polarlichter oder wenigstens für deren periodische starke Entfaltung aufserhalb der Erde verlegen, und zwar in die Sonne. Die Perioden der Polarlichter sind in so auffallender Weise von den Perioden im Stande der Sonne und denjenigen in ihrem Aussehen bestimmt, dafs irgend ein Zusammenhang zwischen den Vorgängen auf der Sonne, deren sich ja sehr gewaltige abspielen müssen, und den Polarlichtentwickelungen auf der Erde garnicht von der Hand zu weisen ist. Diejenigen Theorien nun, welche den Ursprung der Elektrizität der Polarlichter in Vorgängen auf der Erde selbst suchen, haben sich nach den obigen Ausführungen meist als unzureichend erwiesen, auch nur die Erscheinungen selbst zu erklären. Achten wir aber auch noch auf die Perioden der Polarlichter, dann müssen diese terrestrischen Theorien neben ihren Annahmen über die Vorgänge auf oder in der Erde noch Annahmen über die wechselnden Einflüsse der Sonne auf die Polarlichtentfaltungen machen. Sie sind also doch wieder gezwungen, Vorgänge auf der Sonne heranzuziehen und diesen auch die bedeutendsten Einwirkungen, welche sich bis zur Erde erstrecken, zuzuschreiben.

Welcher Art die Vorgänge auf der Sonne sein werden, welche auf der Erde Polarlichterscheinungen hervorrufen, läfst sich von vornherein nicht sagen. Den gewöhnlichen Einwirkungen der Sonne auf

die Erde durch Licht und Wärme können wir wohl nicht gut die Entstehung der Polarlichter zuschreiben; Licht und Wärme bekommen wir stets von der Sonne, und Variationen derselben innerhalb derjenigen Perioden, welche, wie beispielsweise die elfjährige Periode, für die Polarlichter von so großser Bedeutung sind, hat man noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Würden diese Licht- und Wärmeeinwirkungen der Sonne und deren Variationen zur Entstehung der Polarlichter Veranlassung geben, dann müfsten wir auch zwischen den Polarlichtern und den meteorologischen Erscheinungen einen viel engeren Zusammenhang finden, als sich thatsächlich gezeigt hat. Wir werden also nach andern möglichen Wirkungen der Sonne auf die Erde zu suchen haben, und hier bieten sich natürlich zunächst etwaige elektrische oder magnetische Wirkungen dar.

Dafs die Sonne auch elektrisch wirksam ist, scheint aus den Erscheinungen, welche die Kometen bieten, wenn sie in der Nähe der Sonne vorbeigehen, mit ziemlicher Sicherheit zu folgen. Professor Foerster hat aus den Erscheinungen des Zodiakal-Lichtes und aus gewissen Lichtanhäufungen, welche man am Himmel im Gegenpunkt der Sonne zur Erde zu beobachten Gelegenheit hatte, geschlossen, dafs die Sonne auch die Erde durch elektrische Wirkungen mit einem Gebilde versieht, welches das Analoge zu den Kometenschweifen ist. Bei den mächtigen Prozessen, welche sich auf der Sonne abspielen, und der aufserordentlichen Mannigfaltigkeit der Umstände, in welchen Elektrizität und Ströme von Elektrizität entstehen, wäre es sogar verwunderlich, wenn auf der Sonne keine elektrischen Erscheinungen vorhanden wären und dieselbe keine elektrischen Kräfte ausübte.

In welcher Weise wir uns die elektrische Wirkung der Sonne auf die Erde in Bezug auf die Polarlichter vorstellen sollen, das hängt mit ab von der Auffassung der elektrischen Vorgänge in diesen Lichtern. Folgen wir von den früher dargelegten möglichen beiden Auffassungen der ersten derselben, so giebt die Siemenssche Theorie eine sehr gute Unterlage. Die Sonne würde dann auf die Erde influenzirend wirken und derselben zugleich mit den durch die Zentrifugalkraft fortgeschleuderten Materien freie Elektrizität zusenden. Will man der Siemensschen Fächerwirkung der Sonne keine so bedeutende Schleuderkraft zuschreiben, dann kann man zu den Explosionen, die auf der Sonne unzweifelhaft stattfinden, Zuflucht nehmen, da dabei Massen oft mit so aufserordentlicher Geschwindigkeit in die Höhe geworfen werden, dafs sie, zumal unter der Mitwirkung der Zentrifugalkraft, gar wohl sich in den Weltraum verlieren können. Die elek-

trische Wirkung der Sonne würde nach der bislang noch gebräuchlichen Nomenklatur eine elektrostatische sein (Influenz von Elektrizität in Verbindung mit Konvektion).

Bei der zweiten Auffassung müssen wir annehmen, dafs, wenn die Sonne der Erde auch nicht elektrisirte Massen zuschleudert und die Elektrizitäten nicht scheidet, sie in derselben doch Ströme induziren kann. Ob auf der Sonne Vorgänge stattfinden, welche Ströme zu induziren vermögen, wissen wir nicht, das wissen wir aber durch die bewunderungswürdigen Untersuchungen von Hertz, dafs, wenn solche Vorgänge sich auf der Sonne wirklich abspielen, ihre Induktionswirkungen sich nicht allein auf die Masse der Sonne selbst erstrecken werden, sondern überall in das ganze Weltall ausstrahlen. Denn nachdem Hertz nachgewiesen hat, dafs Induktionswirkungen von ihrem Ursprungsorte sich genau so durch den Raum fortpflanzen, wie das Licht, und ihre Verbreitung in jeder Beziehung derjenigen des Lichts gleicht, sind wir geradezu gezwungen anzunehmen, dafs dasjenige, was uns die Lichtwellen von der Sonne zuführt, auch die Induktionswellen uns übermittelt. Früher glaubte man die Fortpflanzung dieser letzteren Wellen an die Bedingung, dafs der leere Raum, das heifst der von den uns geläufigen materiellen Substanzen freie aber nach unseren jetzigen Anschauungen vom Aether erfüllte Raum, die Elektrizität leiten soll, knüpfen zu müssen. So hat selbst Edlund, einer der eifrigsten Anhänger der solaren Wirkungen auf die Erde, indem er davon ausging, dafs die meisten Erscheinungen in den Polarlichtern und den Störungen des Erdmagnetismus nur durch solche solare Wirkungen erklärt werden können, schliefsen zu müssen geglaubt, dafs der leere Raum die Elektrizität leitet. Jetzt ist die Frage über Induktionswirkungen der Sonne auf die Erde ganz unabhängig von derjenigen über die Leitungsfähigkeit des leeren Raumes für Elektrizität; solche Induktionswirkungen finden statt, wenn nur die sie erregenden Vorgänge auf der Sonne vorhanden sind, und sie können überall stattfinden auf der der Sonne zugewandten wie auf der von ihr abgewandten Seite der Erde, weil die elektrischen Wellen durch solche Stoffe, wie sie die Erde der Hauptmasse nach zusammensetzen, zum Theil durchgehen, und weil dieselben auch so grofs sein können, dafs sie durch die Erde wie Licht durch einen Schirm herumgebeugt werden.

Dafs die Sonne magnetische Wirkungen durch eigenen Magnetismus ausübt, ist nicht sehr wahrscheinlich, vor allem, weil nach allen bisherigen Erfahrungen Körper, welche so hohe Temperaturen

haben, wie wir sie auf der Sonne annehmen müssen, keine magnetischen Eigenschaften zu besitzen scheinen. Sie kann aber magnetische Wirkung durch elektrische Ströme verbreiten.

Nach alledem werden wir geneigt sein, denjenigen Theorien, welche die elektrische Natur der Polarlichter behaupten, vor allen anderen weitaus den Vorzug zu geben; sie erklären am einfachsten das Leuchten in den Polarlichtern ohne merkliche Wärmeentwickelung, weiter, mit den hier, wie ich glaube, zuerst ausgeführten näheren Bestimmungen über die Richtung und die Art der anzunehmenden elektrischen Vorgänge, auch die Richtung und Vertheilung dieser Lichter und ihre Wirkungen auf unsere magnetometrischen Instrumente, endlich gestatten sie solaren Vorgängen die Entstehung der Lichter zuzuschreiben und damit die Abhängigkeit der Perioden der Polarlichter von der Sonne dem Verständnifs näher zu bringen.

Zwischen den dargelegten beiden Auffassungen der elektrischen Bewegungen in den Polarlichtern läfst sich noch nicht gut entscheiden. Betrachten wir allein das Verhältnifs der Polarlichter zum Erdmagnetismus, dann spricht sehr viel mehr Wahrscheinlichkeit dafür, dafs wir es in den Polarlichtern mit frei in der Luft verlaufenden, den Bogen folgenden Strömen zu thun haben, als mit quer zu den Bogen um die Strahlen zur Erde oder von derselben fort sich spiralförmig windenden Entladungen. Manche andere Vorgänge, wie das Aufschiefsen einzelner Strahlen, die zerstreuten Lichtmassen, welche namentlich den Schlufs der Polarlichter begleiten, die Polarlichtentwickelungen ohne Bogenausbildung, die Schleifen u. a. m. sprechen wieder mehr für die Annahme von Entladungen. Ja nach den bereits angeführten Versuchen von Hertz könnte man sogar daran zweifeln, ob wir überhaupt in den leuchtenden Theilen der Polarlichter auch die elektrischen Bewegungen zu suchen haben, und nicht vielmehr diese leuchtenden Theile nur eine die elektrischen Vorgänge begleitende Nebenerscheinung sind; wir würden dann nur diese Nebenerscheinung sehen, die elektrischen Vorgänge dagegen in anderen noch unbekannten Richtungen zu suchen haben. Doch haben wir es in den Polarlichtern wahrscheinlich nicht mit einem einfachen Phänomen zu thun. Es ist gar leicht möglich, dafs die Sonne die Erde nicht blos induzirt, sondern in derselben auch durch Influenz Elektrizität scheidet und vielleicht ihr gar konvektiv Elektrizität zusendet, und dazu kann auch noch eigene Elektrizität der Erde hinzukommen, welche auf irgend eine der in den auseinandergesetzten Theorien angegebenen Arten entstanden ist. Bei einem an Einzelerscheinungen so reichen Natur-

vorgang, wie es die Polarlichter sind, darf man wohl nicht einseitig an einem Gesichtspunkt festhalten, wenngleich natürlich nach einer Theorie gesucht werden mufs, welche den Vorgang in seinen wesentlichsten Theilen einheitlich zusammenfafst und erklärt und gegen Nebenerscheinungen nicht in Widerspruch tritt. Eine solche Theorie würde zunächst die Art und den Ort derjenigen Prozesse offenkundig zu machen haben, welche die Polarlichter hervorbringen, dann klar stellen müssen, wie diese Lichter hervorgebracht werden, und diejenigen Vorgänge angeben, welche die beobachteten Erscheinungen auf Erscheinungen zurückführen, wie wir sie selbst mit den Mitteln und Kenntnissen der Naturkräfte, die wir besitzen, beliebig hervorzurufen vermögen. Es scheint einstweilen noch nicht möglich, eine derartige Theorie aufzustellen; was zuletzt dargelegt ist, entspricht nur dem letzten Theil der an eine solche Theorie gestellten Anforderungen, es ist also mehr eine Auseinandersetzung über die Natur der Vorgänge, die wir in diesen Lichtern zu erblicken haben, falls sie gewisse Erscheinungen, die in denselben in charakteristischer Weise immer wieder auftreten, nach den uns bis jetzt bekannten Naturgesetzen hervorbringen sollen. Den beiden ersten Anforderungen kann vorläufig nur durch Vermuthungen Rechnung getragen werden. Indessen haben auch solche unvollständige Theorien ihren Werth, wenn sie nur dem Erklärungsbedürfnifs nach den gerade vorhandenen Kenntnissen entsprechen.

Leider sind wir bei den Polarlichtern trotz so vielfacher Beobachtungen mit allen Einzelheiten noch nicht vertraut. Zunächst fehlt uns eine ausreichende Kenntnifs aller Gebilde, welche in den Polarlichtern vorkommen und namentlich der Struktur dieser Gebilde, zumal bei den Strahlen und Bogen. Eine solche Kenntnifs ist aber aufserordentlich wichtig für die Entscheidung über die Richtung der etwaigen elektrischen Vorgänge in diesen Lichtern. Sodann handelt es sich um noch tiefer dringende Untersuchungen der Farben in den Lichtern und des Spektrums derselben zur Aufklärung hauptsächlich über die Natur der Stoffe, innerhalb deren die Polarlichter sich entfalten. Des weiteren mangelt auch noch eine ausreichende Vergleichung zwischen den Bewegungen und Veränderungen in den Polarlichtern und etwaigen Ausschlägen in unseren zur Messung der Elemente des Erdmagnetismus dienenden Magnetometern und denjenigen Galvanometern, welche die Erdströme aufnehmen. Eine solche würde nicht allein zur tieferen Ergründung des Wesens der Polarlichter dienen, sondern auch zu derjenigen der Störungen des Erdmagnetis-

haben, wie wir sie auf der Sonne annehmen müssen, keine magnetischen Eigenschaften zu besitzen scheinen. Sie kann aber magnetische Wirkung durch elektrische Ströme verbreiten.

Nach alledem werden wir geneigt sein, denjenigen Theorien, welche die elektrische Natur der Polarlichter behaupten, vor allen anderen weitaus den Vorzug zu geben; sie erklären am einfachsten das Leuchten in den Polarlichtern ohne merkliche Wärmeentwickelung, weiter, mit den hier, wie ich glaube, zuerst ausgeführten näheren Bestimmungen über die Richtung und die Art der anzunehmenden elektrischen Vorgänge, auch die Richtung und Vertheilung dieser Lichter und ihre Wirkungen auf unsere magnetometrischen Instrumente, endlich gestatten sie solaren Vorgängen die Entstehung der Lichter zuzuschreiben und damit die Abhängigkeit der Perioden der Polarlichter von der Sonne dem Verständnifs näher zu bringen.

Zwischen den dargelegten beiden Auffassungen der elektrischen Bewegungen in den Polarlichtern läfst sich noch nicht gut entscheiden. Betrachten wir allein das Verhältnifs der Polarlichter zum Erdmagnetismus, dann spricht sehr viel mehr Wahrscheinlichkeit dafür, dafs wir es in den Polarlichtern mit frei in der Luft verlaufenden, den Bogen folgenden Strömen zu thun haben, als mit quer zu den Bogen um die Strahlen zur Erde oder von derselben fort sich spiralförmig windenden Entladungen. Manche andere Vorgänge, wie das Aufschiefsen einzelner Strahlen, die zerstreuten Lichtmassen, welche namentlich den Schlufs der Polarlichter begleiten, die Polarlichtentwickelungen ohne Bogenausbildung, die Schleifen u. a. m. sprechen wieder mehr für die Annahme von Entladungen. Ja nach den bereits angeführten Versuchen von Hertz könnte man sogar daran zweifeln, ob wir überhaupt in den leuchtenden Theilen der Polarlichter auch die elektrischen Bewegungen zu suchen haben, und nicht vielmehr diese leuchtenden Theile nur eine die elektrischen Vorgänge begleitende Nebenerscheinung sind; wir würden dann nur diese Nebenerscheinung sehen, die elektrischen Vorgänge dagegen in anderen noch unbekannten Richtungen zu suchen haben. Doch haben wir es in den Polarlichtern wahrscheinlich nicht mit einem einfachen Phänomen zu thun. Es ist gar leicht möglich, dafs die Sonne die Erde nicht blos induzirt, sondern in derselben auch durch Influenz Elektrizität scheidet und vielleicht ihr gar konvektiv Elektrizität zusendet, und dazu kann auch noch eigene Elektrizität der Erde hinzukommen, welche auf irgend eine der in den auseinandergesetzten Theorien angegebenen Arten entstanden ist. Bei einem an Einzelerscheinungen [illegible]ichen Na[illegible]

mus und der Erdströme. Auch über die Lage der Polarlichter und deren Vertheilung auf der Erde sind wir noch nicht so genau unterrichtet, als es wünschenswerth erscheint. Endlich sind unsere Kenntnisse hinsichtlich der Perioden der Polarlichter noch mangelhaft und unzureichend, hier hängt sehr vieles namentlich von den Fortschritten auf dem Gebiete der Sonnenphysik ab; die Physik der einzelnen Himmelskörper scheint allmählich in eine Physik des ganzen Weltraumes überzugehen.

Aber auch über manche Fragen, welche mehr in das Gebiet der experimentellen Physik gehören, jedoch für die Erklärung der Polarlichterscheinungen von höchster Bedeutung sind, fehlt noch die gehörige Klarheit. Eine der wichtigsten ist die, ob auch Luft, wenn sie so dünn ist wie in den Regionen, wo die Polarlichter sich abspielen, Elektrizität zu leiten vermag, denn wenn Luft überhaupt keine Elektrizität leitet, können sich auch keine inducirten oder sonstigen Ströme in derselben ausbilden und erhalten; wie Lichtbewegung durch einen absolut durchsichtigen Körper hindurchgeht, ohne denselben zu erhellen, ginge dann die induzirende Kraft durch den luftverdünnten Raum, ohne in demselben Ströme, wie wir sie in ausgedehnten Massen beobachten, zu induziren. Ich bin auf diese Frage garnicht eingegangen, man kann auf dieselbe noch keine unanfechtbare Antwort ertheilen. Sehr viele Beobachtungen sprechen für eine „Leitungsfähigkeit des Vacuums", wie man sich ausdrückt, derartig, dafs Edlund und die bedeutendsten Forscher auf dem Gebiete der Entladungen in luftverdünnten Räumen, Hittorf und Goldstein, eine solche annehmen zu müssen glauben. Andere dagegen scheinen eine solche Leitungsfähigkeit auszuschliefsen. Eine genaue Darlegung der einschlägigen Untersuchungen würde eine Abhandlung viel länger noch als die vorstehende erfordern und wird wohl bald von einem Berufeneren gegeben werden. Soweit man, ohne selbst entsprechende Untersuchungen angestellt zu haben, nach Durchsicht der Literatur urtheilen darf, scheint das Uebergewicht der Erfahrungen und Gründe für die Leitungsfähigkeit des Vacuums, also auch für die Möglichkeit von Strömen daselbst, zu entscheiden, so lange wenigstens als in diesem Vacuum Gase überhaupt noch vorhanden sind; als relativ sicher dürfen wir jetzt nach den Versuchen von Hittorf und Hertz annehmen, dafs unter gewissen Umständen durch luftverdünnte Räume allerdings Ströme in voller Stetigkeit hindurchgehen können. Andere Fragen beziehen sich auf den Gang der Entladungen in ganz offenen oder doch möglichst ausgedehnten luftverdünnten Räumen. Die bis jetzt vorliegenden Beobachtungen

sind meist in mehr oder weniger engen Röhren ausgeführt, die Wandungen solcher Röhren haben aber, mittelbar oder unmittelbar, wie namentlich Goldsteins so wichtige Versuche über die sekundären Kathodenstrahlen darthun, unzweifelhaft einen nicht unbedeutenden Einfluſs auf die betreffenden Erscheinungen. Vielleicht sind die vielen Schwierigkeiten, in die man geräth, wenn man die gewöhnlichen Gesetze der Leitung und der elektromagnetischen Einwirkung auf Ströme in Gasen anwenden will, mit eine Folge dieses Einflusses der Wandungen. Weiter ist bis jetzt hauptsächlich das Verhalten der Gase gegen Ströme studirt worden, welche durch feste Elektroden in sie eingeleitet und aus ihnen abgeleitet sind. Der Uebergang der Ströme aus den Elektroden und in dieselben scheint aber mit besonderen Komplikationen und Erscheinungen verbunden zu sein. Sieht man von einigen wenigen noch nicht entscheidenden Versuchen über influenzirte Entladungen und Induktion ab, so fehlen noch vollständige Experimente über in sich zurücklaufende Ströme in Gasen, diese dürften aber gerade für die Theorie der Polarlichter von hoher Bedeutung sein, weil wir in diesen Lichtern, wahrscheinlich oft mit ganz freien Strömen jedenfalls aber mit sehr groſsen Stromstücken zu thun haben.

So schlieſst dieser Aufsatz mit Wünschen um weitere Aufklärung, die freilich nicht unbeträchtliche Mittel erfordern dürfte. Aber wir kennen nach den Arbeiten so vieler Forscher den Weg, auf dem weiter fortgeschritten werden kann, und dürfen sagen, daſs eine solche Aufklärung nicht allein über die besondere Erscheinung, mit der wir uns hier gerade beschäftigt haben, Licht verbreiten müſste, sondern einen ganzen Abschnitt der Geophysik und vielleicht allgemeiner der kosmischen Physik, denjenigen, welcher von den magnetischen und elektrischen Eigenschaften der Himmelskörper handelt, auf einmal erhellen würde.





Photometrische und photographische Arbeiten des Harvard-College-Observatory in Cambridge (Nordamerika).

Die systematischen Beobachtungen der Helligkeit der himmlischen Objekte werden in grofsartigem Mafsstabe seit einer Reihe von Jahren an der Sternwarte des Harvard-College betrieben. Jahr aus, Jahr ein wird dort mittelst einer Reihe trefflicher photometrischer Apparate und unter Zusammenwirkung zahlreicher Hilfskräfte ein ungeheures Material von Helligkeitsmessungen aufgespeichert. Im 23. Bande der Sternwarte - Annalen (1890) finden wir eine Zusammenstellung der photometrischen Arbeiten, die seit 12 Jahren dort gemacht worden sind. Es beläuft sich die Zahl der

photometrischen Messungen mittelst Nicolprismen auf . . .	494 154
" " " Wedgephotometer auf . .	45 394
" " " Veränderung der Fernrohrapertur auf	12 658
" " durch diverse Methoden auf . .	2 000
	554 206
Hierzu kommen unpublizirte Beobachtungen und photometrische Messungen photographischer Aufnahmen in der Zahl von	63 081
Somit die bis jetzt erreichte Summe von Beobachtungen . .	617 287

In dieser Summe sind Beobachtungen der verschiedensten astronomischen Objekte enthalten, so von 82 140 südlichen Sternen, 24 592 von Jupitersatelliten, 9048 von Veränderlichen, 888 von Doppelsternen, 3490 von Asteroiden u. s. w.

Die Sternwarte veröffentlicht ferner gleichzeitig mit dem 23. Bande den 27., enthaltend den „Draper Catalogue“, nämlich die photographischen, an einem 8-zölligen Teleskop ausgeführten Aufnahmen der Spektra von 10 351 Sternen. Diese grofsartigen Leistungen der nordamerikanischen Sternwarte sind selbstverständlich nur bei der Gewährung grofser Mittel erreichbar. Das Harvard - Observatorium ge-

hört denn auch zu den bestausgerüsteten astronomischen Instituten der Vereinigten Staaten und an den Leistungen, die es aufweist, zeigt sich wieder, wie sehr der Fortschritt der Wissenschaft nicht blofs an die Arbeitsthätigkeit und ideelle Begeisterung des Einzelnen, sondern an den Nervus rerum, das Geld, geknüpft ist. Es heifst in dieser Beziehung auch hier: wer säet, wird ernten. *



Mondbahnscheibe von H. Friedel.

Im Anschlufs an unseren Artikel über die Bahnen der Planetenmonde (Jahrg. III, p. 226) machen wir auf einen einfach konstruirten und bequem zu handhabenden Apparat des Lehrers Friedel in Jena aufmerksam,[1]) der es gestattet, die wahre Gestalt der Bahn unseres Mondes leicht auf einem Blatt zu konstruiren. Besonders für den Unterricht in der mathematischen Geographie dürfte dieses neue Demonstrationsmittel gute Dienste leisten, zumal man leicht durch Verstellung der Zeichenstifte auch andere Epicycloiden konstruiren kann und so z. B. die Bewegungen der übrigen Planetenmonde zu veranschaulichen im stande ist. Sicherlich ist es höchst wünschenswerth, dafs durch derartige leicht verständliche graphische Konstruktionen die falschen Vorstellungen beseitigt werden, welche im Unterricht durch den Gebrauch der nothwendigerweise in unrichtigen Verhältnissen ausgeführten Tellurien so leicht erzeugt werden.



Fortschritte der Agrar-Meteorologie. Die Agrar - Meteorologie hat bisher wenig Beachtung gefunden, obgleich auf diesem Gebiete schon verschiedene werthvolle Resultate erhalten sind. In der seit 1878 erscheinenden, von Prof. Wollny in München geleiteten Zeitschrift „Forschungen auf dem Gebiete der Agrikultur-Physik" finden sich zahlreiche Abhandlungen, welche diese Fragen betreffen. Einige Arbeiten über die Beziehung zwischen den Niederschlägen und der Durchfeuchtung des Bodens, welche in den „Forschungen" in neuerer Zeit veröffentlicht sind, werden auch aufserhalb der Fachkreise Interesse erwecken.

[1]) Der kleine Apparat wird vom Mechaniker G. Gehricke in Jena auf Bestellung für 9 Mk. incl. Porto, Verpackung und Gebrauchsanleitung versandt. Eine eingehendere Besprechung der verschiedenen Anwendungen, welche derselbe zuläfst, findet sich in der Zeitschrift: „Praktische Physik" 1891, S. 175.

Ueber die Sickerwassermengen in verschiedenen Bodenarten hat Herr Prof. Ebermayer[1]) in München Untersuchungen in gröfserem Umfange angestellt. Indem er fünf wasserdicht ausgerichtete Gruben von je 4 qm Fläche und 1,2 m Tiefe mit verschiedenen Erdarten füllte, und die durch diese Schicht sickernden Wassermengen mit der Regenhöhe verglich, fand er, dafs im Minimum (bei schwarzer Moorerde) noch 39 pCt. der Niederschlagsmenge hindurchsickerten. Von 1 m Tiefe an kann das Eindringen des Wassers bis zum Grundwasserspiegel wesentlich leichter stattfinden, da in dieser Region kein Verlust durch Verdunstung eintreten kann. Es ist hiermit von neuem die Volgersche Theorie widerlegt, nach welcher das Grundwasser lediglich durch Verdichtung des Wasserdampfgehaltes der Luft unterhalb des Erdbodens und nicht durch Einsickerung der über der Erdoberfläche erfolgten Niederschläge entstehen soll. Dafs jedoch die Volgersche Theorie eines richtigen Grundgedankens nicht ganz entbehrt, zeigt ein sehr auffallendes Resultat der Ebermayerschen Arbeit. Es waren nämlich bei einzelnen Bodenarten die Mengen des Sickerwassers gelegentlich gröfser als die des Regens; bei feinkörnigem Quarzsand betrug der Ueberschufs im Winter 29 pCt. Da die Versuche mit der gröfsten Sorgfalt angestellt wurden, so mufs angenommen werden, dafs eine Kondensation des atmosphärischen Wasserdampfes im Boden stattgefunden hat. Es wird hierdurch auch erklärlich, weshalb selbst in regenlosen Sandwüsten Grundwasser anzutreffen ist, während in regenarmen Gegenden mit thonigem Boden Grundwasser und Quellen fehlen

Eine ähnliche Frage, wie Herr Prof. Ebermayer, hat Herr Prof. Wollny im zweiten Hefte des 14. Bandes der „Forschungen" (1891) behandelt, nämlich die Durchfeuchtung des Bodens seitens der atmosphärischen Niederschläge. Am bemerkenswerthesten dürfte das schon in früheren Arbeiten des Verfassers angedeutete Resultat sein, dafs bei gleicher Niederschlagshöhe um so gröfsere Wassermengen für die Durchfeuchtung des Bodens durch Verdunstung verloren gehen, je häufiger die Durchfeuchtung geschieht, d. h. je gröfser die Zahl der Regentage ist. Für das Ertragsvermögen der Ackerländereien sind also während der Vegetationszeit einzelne stärkere Niederschläge im allgemeinen günstiger als häufige schwächere.

Prof. Wollny findet ferner, dafs im bebauten Kulturlande die Durchfeuchtung hauptsächlich im Winter, wenn das Wachsthum unter-

[1]) Wollnys Forschungen, Band XIII, 1890.

brochen ist, statt hat, dafs dagegen während der wärmeren Jahreszeit der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens infolge des starken Verbrauchs seitens der Pflanzen mehr und mehr zurückgeht. Der Verfasser zieht daraus den Schlufs, dafs die Niederschlagsmengen in der kalten Jahreszeit meist ebenso mafsgebend sind für den Ernte-Ertrag als jene der Vegetationszeit, und findet diesen Schlufs durch die Erfahrung bestätigt.

Sowohl die Untersuchungen des Prof. Wollny als auch die von Prof. Ebermayer werden fortgesetzt, so dafs die Erlangung weiterer Ergebnisse zu erwarten steht. Sg.



Temperaturmaxima bei Seethieren.

Man ist in weiteren Kreisen wohl meist der Ansicht, dafs in der nicht angewandten Wissenschaft allen Gebieten ein gleicher Rang eingeräumt wird und alle Fragen eine gleichmäfsige Berücksichtigung finden. Dieses ist ein grofser Irrthum. Auch in den Naturwissenschaften — denn mit diesen haben wir es hier allein zu thun — giebt es Strömungen, Moden und Zeitrichtungen. In der Thierbiologie tritt dieses besonders scharf hervor. Denn während die Physiologen sich lediglich den Fragen zuwenden, welche die Lebensthätigkeit des Menschen und der höchsten Thiere betrifft, verharrt andererseits die Zoologie schon seit geraumer Zeit innerhalb der Grenzen der ausgesprochensten und reinsten Morphologie. Ja, diese Richtung ist so fest begründet und stark, dafs es für jede andere innerhalb jener Wissenschaft unmöglich ist, aufzukommen. Wie gering das Verständnifs der heutigen Zoologen für eine allgemeine und vergleichende Physiologie ist, geht beispielshalber aus der Thatsache hervor, dafs es kaum drei deutsche Arbeiten giebt, welche sich auf experimentellem Wege eingehender mit der Frage nach den Temperaturgrenzen beschäftigen, innerhalb welcher niedere Thiere zu leben im stande sind.

Die wissenschaftliche sowie praktische Bedeutung dieser Frage leuchtet von selbst ein; aber aus den erwähnten Gründen vermögen wir nur sehr spärliche experimentelle Beobachtungen über diesen Gegenstand wiederzugeben.

Nach der Bezeichnung der älteren Autoren sowie der Laien unterscheidet man zwischen warm- und kaltblütigen Thieren. Eine solche Eintheilung entspricht aber nicht der Wirklichkeit, und es be-

zeichnen die Ausdrücke gleichmäfsig warme (homoiotherme) und ungleichmäfsig warme oder welchselwarme (poikilotherme Thiere) besser die bestehenden Verhältnisse. Ein Thier aus der ersten Gruppe, z. B. ein Säugethier, behält konstant seine Körperwärme, wie sehr auch die Temperatur der Umgebung nach der positiven oder negativen Seite abweichen mag. Bei den Thieren der zweiten Gruppe, z. B. den Fröschen oder den sogen. wirbellosen Thieren, fällt und steigt innerhalb gewisser Grenzen die Temperatur des Körpers mit der des umgebenden Mediums. Wenn nun auch diese Grenzen häufig sehr weit sein können, so gehen sie doch nur bis zu einem bestimmten Punkt, hinsichtlich der Kälte sowohl, wie der Wärme. Der Wärmegrad, bis zu dem ein Thier noch zu leben vermag, heifst das Temperaturmaximum der betreffenden Thierart; Temperaturminimum nennt man dagegen den Kältegrad, den dieses Thier noch erträgt. Natürlich ist für die verschiedenen Gruppen, Klassen oder Gattungen der poikilothermen Thiere das Temperaturminimum und -maximum verschieden. Bei nahe verwandten Thierspezies wird wohl in der Regel keine grofse Differenz zu konstatiren sein.

Was nun das Temperaturmaximum niederer Thiere betrifft, so wollen wir hier einige Angaben mittheilen.

In neuerer Zeit hat Ch. Richet eine Reihe von Beobachtungen in der französischen zoologischen Station Roscoff über Temperaturmaxima von Seethieren angestellt. Er fand, dafs Seewasser, welches während der Ebbe am Strande zurückgeblieben war und Pfützen bildete, im August eine bedeutend höhere Temperatur zeigte, als sonst das Wasser an der Küste, und dafs trotzdem in diesen Pfützen viele Arten von Seethieren während der Ebbe am Leben blieben. An der dortigen Küste des Atlantischen Oceans beträgt die Temperatur des Wassers gewöhnlich 20° C., an der Oberfläche auf offner See mafs sie damals 15,5°, in den Wasseransammlungen liefsen sich aber 24—27° konstatiren, was also eine Erhöhung von gegen 10° bedeutet. Allerdings mufs man auch berücksichtigen, dafs das Eintreten der Ebbe sowie der Fluth allmählich vor sich geht und mithin auch die Erwärmung eine allmähliche ist. Aufserdem nimmt der Organismus der Thiere wohl langsamer die erhöhte Temperatur an, wie das Wasser, und erreicht infolge der Wiederkehr der Fluth nicht den Wärmegrad jenes. Schliefslich währt aus demselben Grunde die Erwärmung nur kurze Zeit. Aber trotzdem war die Körpertemperatur der Thiere um 6—9°, von ca. 16° auf 22—25° C., erhöht. Bedenkt man demgegenüber, dafs Flufskrebse schon bei einer Temperatur von 23° und

Seefische häufig bei einer solchen von 24° sterben und ebenso viele andere Wasserthiere bei Erwärmen des Wassers unter krampfhaften Zuckungen zu Grunde gehen, dann mufs es Wunder nehmen, dafs wieder andere Seethiere mehrere Stunden bei 25° C. leben konnten.

Im Anschlufs an diese Beobachtungen hat J. Frenzel in der Neapler Station Messungen über Temperaturmaxima an Seethieren ausgeführt.

Das Wasser, in dem sich die Seethiere damals im Freien befanden, hatte, da es im Juni war, 19—21° C. Aus dieser Temperatur wurden sie herausgenommen und sogleich in Wasser von höheren Temperaturgraden gebracht. Ein allmählicher Uebergang fand also nicht statt. Dabei stellte sich heraus, dafs es Thiere giebt, welche 40° C. noch ziemlich gut vertragen. Eine Holothurie nämlich erwies sich bei 40° noch sehr langlebig, da sie sich während der ersten Stunde kaum veränderte; erst nach 2 Stunden ging sie zu Grunde. Man ist geneigt, zu meinen, dafs gepanzerte Thiere die Erwärmung gut ertragen müssen. Dieses ist aber keineswegs der Fall, denn die Krabben und anderen Krebse zeigten sich mit am empfindlichsten; ebenso war ein Antodon rasaceus (ein Crinoid-Haarstern), obwohl dieses Thier ebenfalls gepanzert ist, so wenig widerstandsfähig, dafs er bei nur 30° C. momentan starb. Die Mollusken, auch die nicht beschaalten, gehören andererseits zu den resistentesten Thieren.

An diese Beobachtungen anknüpfend, stellte Frenzel Untersuchungen in der Weise an, dafs er die Temperatur des Wassers allmählich erhöhte. Wie es auf der Hand liegt, ergaben diese Experimente manche Abweichungen. Eine Seerose (Actinie) hielt eine Wärmesteigerung, welche sich im Lauf von 15 Minuten um 10° vollzog, gut aus; als aber nach 1 Stunde 38° erreicht waren, lebte sie zwar noch, war aber dem Untergang nahe. Die Ausgangstemperatur war in dieser zweiten Versuchsreihe ebenso wie in der ersten 19—20°. Terebellen (festsitzende Meeresanneliden, Würmer) vertrugen eine plötzliche Steigerung auf 25° sehr schlecht. Als man aber das Wasser im Lauf von 30 Minuten auf diesen Temperaturgrad brachte, blieben sie normal. Auch bei 30° waren die Thiere noch ziemlich munter. Sehr interessant war die Beobachtung einer Aplysia (unbeschaalten Meeresschnecke). Dieselbe kroch bei 25° lebhaft umher und breitete die Mantelflügel aus, so dafs man das Herz pulsiren sehen konnte. Es liefsen sich 32 Schläge in der Minute feststellen. Nach einer Stunde war die Temperatur des Wassers 32° und die Zahl der Herzschläge 120. Jetzt traten auch deutliche Anzeichen des Uebelbefindens ein.

Die Frequenz der Herzschläge stieg jedoch noch weiter, in der nächsten Viertelstunde bei 33° auf 132 und in einer weiteren halben Stunde bei derselben Temperatur auf 140. Von da ab sank bei gleichbleibender Temperatur die Zahl der Schläge im Gesamtverlauf von ca. $^1/_2$ Stunde sehr schnell auf 100, 98, 80, 60, um dann ganz zu schwinden. Die Dauer des ganzen Versuches betrug 3 Stunden.

Wenn nun auch die zweite Versuchsreihe Abweichungen ergab, indem eine allmählich sich vollziehende Temperatursteigerung besser ertragen wurde, so zeigte sich doch auch hier, dafs das Verhältnifs der Thiere unter einander nicht verschoben wurde. Die Krebse ertrugen erhöhte Temperaturen wieder schlecht und die mit zarterem Körper ausgestatteten Mollusken sowie die in ihrer Körpergestaltung ähnlichen Seerosen erwiesen sich als viel widerstandsfähiger.

J. Dewitz.



Erscheinungen am Sternenhimmel vom 15. September bis 15. Oktober.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Sonne und Mond.

Sonnenauf- und Untergang: 1. Okt. $6^h\,2^m$ Mg., $5^h\,37^m$ Ab., 15. Okt. $6^h\,26^m$ Mg., $5^h\,5^m$ Ab. — Abnahme der Tageslänge: $2^h\,0^m$

Zeitgleichung und Sternzeit im mittleren Mittage:

	Zeitgleichung	Sternzeit		Zeitgleichung	Sternzeit
12. Sept.	— $3^m\,43^s$	$11^h\,24^m\,40^s$	28. Sept.	— $9^m\,19^s$	$12^h\,27^m\,45^s$
16. „	— 5 8	11 40 27	2. Okt.	— 10 36	12 43 31
20. „	— 6 33	11 56 13	6. „	— 11 49	12 59 18
24. „	— 7 57	12 11 59	10. „	— 12 55	13 15 4

Die Beträge der Zeitgleichung sind zu den Angaben wahrer Zeit zu addiren, um mittlere Zeit zu erhalten, oder von letzterer zu subtrahiren, um wahre Zeit zu bekommen. Die Werthe der Sternzeit an Tagen, für welche sie hier nicht angegeben sind, erhält man durch Addition von $3^m\,56{,}6^s$ pro Tag.

Scheinbarer Durchmesser und Entfernung der Sonne und des Mondes von der Erde:

Sonne	Entfernung v. d. Erde	Durchm.	Mond	Entfernung	Durchm.
1. Okt.	20,055 000 Meil.	32′ 1″	1. Okt.	54,780 Meil.	29′ 27″
15. „	19,973 000 „	32 9	15. „	48,450 „	33 17

Auf- und Untergang des Mondes:

		Aufgang	Untergang
18. Sept.	Vollmond und Erdnähe	$6^h\,44^m$ Ab.	$5^h\,26^m$ Mg.
25. „	Letztes Viertel	10 3 „	3 6 Ab.
1. Okt.	Erdferne	3 51 Mg.	5 37 „
3. „	Neumond	6 10 „	5 59 „
10. „	Erstes Viertel	2 25 Nm.	9 10 „

2. Die Planeten.

Merkur wird im Oktober am Morgenhimmel auf einige Zeit beobachtbar.

	Auf- und Untergang[1]		Entfernung von der Erde
15. Sept.	$5^h\ 15^m$ Mg.	$5^h\ 45^m$ Ab.	13,240 000 Meilen
1. Okt.	4 15 „	5 15 „	20,570 000 „
15. „	5 30 „	5 0 „	26,550 000 „

Venus steht ganz in der Nähe der Sonne und wird erst in der zweiten Hälfte Oktober Abends auf kurze Zeit sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Sept.	$5^h\ 30^m$ Mg.	$6^h\ 15^m$ Ab.	34,540 000 Meilen
1. Okt.	6 15 „	6 0 „	34,420 000 „
15. „	7 0 „	5 30 „	34,100 000 „

Mars wird in den Morgenstunden bequemer beobachtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Sept.	$4^h\ 0^m$ Mg.	$6^h\ 0^m$ Ab.	52,340 000 Meilen
1. Okt.	4 0 „	5 15 „	51,330 000 „
15. „	4 0 „	4 30 Nm.	50,160 000 „

Jupiter ist bis zum Morgen sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Sept.	$6^h\ 0^m$ Ab.	$4^h\ 30^m$ Mg.	79,870 000 Meilen
1. Okt.	5 0 „	3 30 „	81,550 000 „
15. „	4 0 „	2 15 „	84,120 000 „

Saturn im Löwen ist vor Sonnenaufgang beobachtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Sept.	$5^h\ 15^m$ Mg.	$6^h\ 30^m$ Ab.	208,790 000 Meilen
1. Okt.	4 30 „	5 30 „	208,020 000 „
15. „	3 45 „	4 30 „	206,330 000 „

Uranus culminirt näher dem Mittag und bleibt Abends noch einige Zeit sichtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Sept.	$9^h\ 0^m$ Vm.	$7^h\ 15^m$ Ab.	386,600 000 Meilen
1. Okt.	8 0 „	6 15 „	389,500 000 „
15. „	7 15 „	5 30 „	390,600 000 „

Neptun, im Stier, wird schon in den ersten Abendstunden beobachtbar.

	Auf- und Untergang		Entfernung von der Erde
15. Sept.	$9^h\ 0^m$ Ab.	$1^h\ 0^m$ Nm.	593,000 000 Meilen
1. Okt.	7 45 „	11 45 Vm.	588,000 000 „
15. „	7 0 „	11 0 „	584,100 000 „

Orte der Planeten:

	Venus		Mars		Jupiter		Saturn	
	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.	Rectas.	Declin.
15. Sept.	$11^h\ 31^m$	+ 4°41'	$10^h\ 36^m$	+ 10° 5'	$22^h\ 55^m$	— 8°31'	$11^h\ 29^m$	+ 5°26'
20. „	11 54	+ 2 12	10 48	+ 8 53	22 53	— 8 45	11 31	+ 5 12
25. „	12 16	— 0 20	11 0	+ 7 40	22 50	— 8 58	11 33	+ 4 57
30. „	12 39	— 2 52	11 12	+ 6 27	22 48	— 9 10	11 36	+ 4 43
5. Okt.	13 2	— 5 23	11 23	+ 5 12	22 46	— 9 21	11 38	+ 4 29
10. „	13 25	— 7 52	11 35	+ 3 57	22 45	— 9 30	11 40	+ 4 16
15. „	13 49	— 10 16	11 47	+ 2 41	22 43	— 9 37	11 42	+ 4 2

[1] Die Zeiten der Auf- und Untergänge werden hier, für den praktischen Gebrauch hinreichend, nur auf Viertelstunden angegeben.

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

15. Sept.	I. Trabant.	Verfinsterungsaustritt	1h 32m Mg.
16. „	I.	„ „	8 1 Ab.
17. „	II.	„ „	8 50 „
23. „	I.	„ „	9 56 „
24. „	II.	„ „	11 25 „
30. „	I.	„ „	11 52 „
2. Okt.	II.	„ „	2 1 Mg.
6. „	III.	„ „	2 15 „
8. „	I.	„ „	1 47 „
9. „	I.	„ „	8 16 Ab.

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(für Berlin sichtbar.)

	Gröfse	Eintritt	Austritt
17. Sept. * τ^2 Aquarii	4.0m	2h 45m Mg.	3h 39m Mg.
15. Okt. * 30 Piscium	4.8	6 58 Ab.	7 27 Ab.

5. Orientirung am Sternenhimmel.

Während des Monats September-Oktober gelangen um 8h Abends die Sternbilder des Schwan, Delphin und des kleinen Pferd in Culmination; im Aufgange befinden sich zur selben Zeit der „Stier“, im Untergange „Bootes“; „Aldebaran“ im Stier kommt um 1/2 9h Abends über den Horizont, der Gürtel des „Orion“ erst nach 11h. Arktur geht vor 1/2 10h Abends, Atair um 2h Morgens unter. — Die folgende Tafel giebt die Culminationszeiten der hellsten Sterne zwischen 7h Abends bis 5h Morgens.

Culminirende Sterne	Helligkeit	Culmination am 23. Sept.	Culmination am 1. Okt.	Culmination am 8. Okt.	Culmination am 15. Okt.
γ Cygni	2.4m	8h 9m Ab.	7h 38m Ab.	7h 10m Ab.	6h 42m Ab.
α Cygni (Deneb.) . . .	1.6	8 29 „	7 57 „	7 29 „	7 2 „
ε Pegasi	2.3	9 30 „	8 58 „	8 31 „	8 3 „
β Pegasi	2.4	10 48 „	10 17 „	9 49 „	9 24 „
α Andromedae (Sirrah).	2.0	11 53 „	11 21 „	10 54 „	10 28 „
γ Cassiopejae	2.0	0 40 Mg.	0 9 Mg.	11 41 „	11 13 „
α Urs. min. (Polarst.) .	2.0	1 9 „	0 37 „	0 10 Mg.	11 42 „
α Arietis	2.0	1 51 „	1 19 „	0 52 „	0 24 Mg.
β Persei (Algol) . . .	var.	3 50 „	2 19 „	1 52 „	1 24 „
α Tauri (Aldebaran). .	1	4 19 „	3 47 „	3 20 „	2 53 „
α Aurigae	1	4 58 „	4 26 „	3 58 „	3 31 „
β Orionis	1	4 58 „	4 27 „	3 59 „	3 32 „
α Can. maj.	1	6 29 „	5 58 „	5 30 „	5 3 „

6. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Helligkeit im Min.	1891 Rectas.	1891 Declin.
R Arietis	24. September	8 m	12m	2h 9m 55s	+ 24° 32'.9
T Arietis	3. Oktober	8	9,5	2 42 15	+ 17 3.5
V Tauri	22. Septb.	8,5	12,5	4 45 44	+ 17 21.4

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1891 Rectas.			Declin.	
T Ursae maj.	17. Oktober	7—8	12	12	31	27	+ 60	5.2
V Virginis	23. Septb.	8—9	12,5	13	22	10	— 2	36.3
W Scorpii	24. „	10	12,5	16	5	24	— 19	51.0
V Capricorni	24. „	9,5	11	21	1	15	— 24	21.6

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

Algol . . . . 20. Sept. Ab., 26. Nm., 2. Okt. Mg., 8. Mg., 13. Ab.
U Cephei . . . 18. Sept., 23., 28., 3. Okt., 8., 13. Mg.
U Coronae . . 18. Sept., 25., 2. Okt. Nm., 9., 16. Mg.

c) Minima Veränderlicher kurzer Periode.

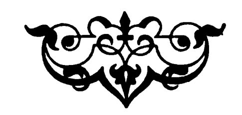
T Monocerotis 6. Oktober.
S Aquilae 9. Oktober.

7. Meteore.

Während des gröfsten Theils des Oktober sind die Sternschnuppen der Orioniden bemerkbar (bei AR = 92°, D = + 15°), die ihr Maximum um den 18. Oktober erreichen.

8. Nachrichten über Kometen.

Der Enckesche Komet (über die Rückkehr dieses Kometen siehe Augustheft d. Zeitschr.) ist seitens der Sternwarten zu Wien und Mount Hamilton wieder aufgefunden worden.





Lehrbuch der physikalischen Geographie von **Dr. Siegmund Günther,** Prof. a. d. Kgl. Techn. Hochschule in München. Mit 169 in den Text gedruckten Holzschnitten und 3 Tafeln in Farbendruck. Stuttgart, 1891. Verlag von Ferdinand Enke. Preis 12 Mark.

Die allgemeine Erdkunde oder Geophysik in der umgrenzten Auffassung, wie sie von Zöppritz, Supan, Günther, v. Richthofen, Gerland und anderen hervorragenden geographischen Fachkennern als wissenschaftlich einheitliche Disciplin von ihren zahlreichen Lehnsdisciplinen, der Astronomie, Physik, Meteorologie, Klimatologie, Ozeonographie, Geologie u. s. w. abgesondert worden ist, hat sich zu einem selbständigen Lehrzweige auf den Hochschulen Deutschlands entwickelt, der an Bedeutung und Werthschätzung in dem Maſse gewinnt, als bei der mehr und mehr sich ausbildenden Fachthätigkeit auf erdkundlichen Gebieten die Einsicht in den Zusammenhang des physischen Erdwissens wenigstens dem Studirenden aus den Augen verloren gehen muſs. Bei der Nothwendigkeit einer immer gröſseren Theilung der Arbeitswerkstätten auf erdkundlichem Gebiete muſs zugleich auch für eine Sammlung des Errungenen Sorge getragen werden und diese Aufgabe des Sichtens und systematischen Zusammenfassens aller der in den einzelnen Spezialwerkstätten gewonnenen Forschungsergebnisse, so weit sie sich auf das Verständniſs der Erdoberfläche und den mit ihr in kausalem Zusammenhang stehenden Erscheinungen, auf die äuſsere Gestalt und den inneren Bau unseres Weltkörpers beziehen, ist Sache der Geophysik. An den Grenzgebieten verschiedener Wissenschaftszweige hat sie sich durch die Vereinigung unter dem geographischen Gesichtspunkt entwickelt.

Während der Standpunkt und Fortschritt unserer geophysikalischen Kenntniſs bisher nur aus den trefflichen Berichten des Behm-Wagnerschen geographischen Jahrbuches, aus den Petermannschen Mittheilungen und anderen, vielfach schwer zugänglichen Zeitschriften für Erdkunde überblickt werden konnte, fehlte es bislang an einer einheitlichen Zusammenfassung des hierher gehörigen Materials in Form eines kurzgefaſsten Lehrbuches. Diesem Mangel ist von berufener Seite abgeholfen worden. Prof. Siegmund Günther hat seinem vor Jahresfrist erschienenen Handbuche der mathematischen Geographie, welches sich mit dem allgemeinen Ortsbestimmungs- und Orientirungs-Problem der Erde beschäftigt, schnell ein Lehrbuch der physikalischen Geographie oder allgemeinen Erdkunde, in dem oben beschriebenen Sinne, folgen lassen. Gegenüber dem schon vor längerer Zeit vom Verfasser herausgegebenen zweibändigen Lehrbuche gleichen Titels trägt das vorliegende Werk mehr den Charakter eines Kompendiums; es ist wesentlich zum Gebrauche der Studirenden bestimmt und soll den Lernenden so weit führen, daſs er einen ausreichenden Ueberblick über unser augenblickliches Wissen auf physikalisch-geographischem Gebiete erhält.

Bei der Vielartigkeit des Inhaltes und der noch nicht völlig abgeschlossenen geophysikalischen Systematik ist eine Besprechung der Einzelheiten des Werkes nicht gut thunlich, so dafs wir uns mit einer Aufzählung der Kapitelüberschriften begnügen müssen. In den siebzehn Abschnitten kamen zur Behandlung: Das planetarische Leben der Erde und ihre Beziehungen zu den kosmischen Kräften, die Geschichte ihrer Geburt und Entwicklung auf Grund der Kant-Laplaceschen Nebularhypothese, die Gestalt, Gröfse und innere Massenvertheilung unseres Weltkörpers, ferner die Eigenwärme desselben und die über seine innere Beschaffenheit bestehenden Ansichten. Nach einem kurzen Abrisse der Gesteins- und Formationslehre wird sodann die architektonische und dynamische Geologie behandelt, nämlich Bau und Entstehung der Gebirge, Vulkanismus und Erdbeben. Das darauf folgende Kapitel über das magnetische und elektrische Verhalten unseres Planeten steht — wie uns scheint — an dieser Stelle etwas unvermittelt da und hätte wohl früher bei Besprechung der kosmischen Eigenschaften gebracht werden können. An die Betrachtung des starren Felspanzers der Erde schliefst sich diejenige ihrer Luft- und Wasserumhüllung an, im Speziellen die Darlegung der physikalisch-chemischen Beschaffenheit derselben und die Dynamik der sich in ihnen vollziehenden Bewegungen. Das Wasser in seinen verschiedenen Wandlungen und Aggregatzuständen wird alsdann als formgebendes, aufbauendes und zerstörendes Element geschildert und schliefslich giebt Günther noch eine allgemeine und spezielle Morphologie der Erdoberfläche (Thalbildung, Veränderung der Flufsläufe, Entstehung der Seen, Küstenbildung u. s. w.).

Wie schon gesagt, ist das Buch zunächst für die Studirenden der Geographie bestimmt, die in der Regel nur in bescheidenem Mafse über mathematisch-naturwissenschaftliche Vorbildung verfügen. Es ist freilich nicht ganz auf die mathematische Formelsprache verzichtet worden, doch drängt sich dieselbe nirgendwo unnöthig in den Vordergrund. Und so ist denn auch dem minder vorbereiteten Freund der Erdkunde hier Gelegenheit zum Selbstunterrichte geboten. P. Schwahn.

Helgoland, Zeichnungen nach der Natur von M. Lindemann, Hamburg, Gustav W. Seitz Nachf. Besthorn Gebr. Preis 5 M.

In diesem kleinen Werkchen hat die Mutter des gegenwärtig auf Helgoland thätigen Badearztes Dr. E. Lindemann 25 von ihrer Hand künstlerisch entworfene Federzeichnungen, u. a. Ansichten der Düne, der Landungsbrücke, der grotesken Felshörner und Felspfeiler der Westküste und Nordspitze sowie mehrere Stimmungsbilder aus dem Helgoländer Leben in passendster Auswahl zu einem ansprechenden Album vereinigt, das den Besuchern und Badegästen Helgolands ein schönes Erinnerungszeichen an die heiteren Tage ihres Aufenthalts auf dem eigenartigen Klippeneilande darbietet. Das vornehm ausgestattete Album kann als Ergänzung dienen zu dem von Dr. Emil Lindemann herausgegebenen Werke „Die Nordseeinsel Helgoland in topographischer, geschichtlicher und sanitärer Beziehung“ (Berlin, 1889, Verlag von A. Hirschwald, Preis 3 M.), das neben den durch den Titel angedeuteten Aufschlüssen auch zahlreiche praktische Winke für die Besucher der Insel enthält und deshalb den Badegästen bestens empfohlen werden kann. Schw.

Verzeichnifs der vom 1. Februar bis 1. August 1891 der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.

Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Mathematische und naturwissenschaftliche Mittheilungen. In Komm. bei G. Reimer, Berlin, 1890.

Fr. Augustin, Ueber die Schwankungen des Wasserstandes der Moldau (Separatabdruck aus den Sitzungsberichten der kgl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften.) Mit drei Tafeln. Prag, E. Gregr, 1891.

H. Battermann, Beobachtungsergebnisse der Kgl. Sternwarte zu Berlin. Heft No. 5. Berlin, F. Dümmler, 1891.

W. J. van Bebber, Die Wettervorhersage. Eine praktische Anleitung zur Wettervorhersage auf Grundlage der Zeitungswetterkarten und Zeitungswetterberichte. Mit zahlreichen Beispielen und 103 Abbildungen. Stuttgart, F. Enke, 1891.

E. Biese, Das Verticalvariometer mit verticalen Magneten, ein neues Instrument zur Messung der Variationen der verticalen erdmagnetischen Kraft. Helsingfors, Finnische Litteraturgesellschaft, 1890.

Th. Bredichin, Sur les Phénomènes extraordinaires présentés par la grande Comète de 1882.

W. K. Burtons, A B C der modernen Photographie. Herausgegeben von H. Schnauss, 6. Auflage, Düsseldorf, E. Liesegang, 1891.

M. Callandreau, Théorie des comètes périodiques. Paris, Gauthier Villars et fils, 1891.

L. Deinhard, Psychometrie (Erschliefsung der inneren Sinne des Menschen). Braunschweig, C. A. Schwetschke & Sohn, 1891.

J. L. Dreyer, Tycho Brahe. Edinburgh, Black, 1890.

Du Bois-Reymond, Ueber die Grundlagen der Erkenntnifs in den exakten Wissenschaften (Mit einem Bildnifs des Verfassers). Tübingen, H. Laupp, 1890.

H. Ebert, Geophysikalische Studien. München, J. F. Lehmann, 1891.

J. Elster & Geitel, Elektrische Beobachtungen auf dem Hohen Sonnblick. Wien, F. Tempsky, 1891.

— — Ueber einige Ziele und Methoden luftelektrischer Untersuchungen. Mit 7 Figuren im Text. Wolfenbüttel, Heckner, 1891.

— — Ueber die Abhängigkeit der durch das Licht bewirkten Elektrizitätszerstreuung von der Natur der belichteten Oberfläche. Leipzig, Barth, 1891.

J. Franz, Die jährliche Parallaxe des Sterns Oeltzen 11677 bestimmt mit dem Königsberger Heliometer. Königsberg i. Pr., R. Leupold, 1891.

Galileo Galilei, Unterredungen und mathematische Demonstrationen über zwei neue Wissenszweige, die Mechanik und die Fallgesetze betreffend. Dritter und vierter Tag (1638). Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften. Leipzig, W. Engelmann, 1891.

S. Günther, Lehrbuch der physikalischen Geographie. Mit 169 in den Text gedruckten Holzschnitten und drei Tafeln in Farbendruck. Stuttgart, F. Enke, 1891.

J. Hann, Jahrbücher der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Jahrgang 1889. Neue Folge, Band 26. Wien, W. Braumüller, 1890.

H. Hermite, Géologie. Principes. Explication de l'Epoque quaternaire sans Hypothèses. Neuchâtel, Attinger, 1891.

Hildebrand Hildebrandsson, Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal. Vol. 22, Année 1890. Upsala, E. Berling, 1890—1891.

W. Hittorf, Ueber die Wanderungen der Jonen während der Electrolyse (1853—1859), Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, 2 Theile. Leipzig, W. Engelmann.

M. Hoernes, Die Urgeschichte des Menschen nach dem heutigen Stande der Wissenschaft. Lieferung 1—5. A. Hartleben, Wien, 1891.
E. S. Holden, Publications of the Lick Observatory of the University of California. Vol. 1. Sacramento, J. D. Young, 1887.
O. Jesse, Untersuchungen über die sogenannten leuchtenden Wolken.
J. E. Keeler, On the motions of the planetary nebulae in the line of sight. (Extract from the Publications of the Astronomical Society of the Pacific No. 11).
G. Kirchhoff, Vorlesungen über Mathematische Physik, Band 2: Mathematische Optik, herausgegeben von K. Hensel. Leipzig, B. G. Teubner, 1891.
A. Klossoysky, Revue météorologique, Travaux du réseau météorologique du sudouest de la Russie, l'année 1890. Vol. 1, Odessa, 1891.
A. Lancaster, Le Climat de la Belgique en 1890. Bruxelles, F. Hayez, 1891.
O. Lehmann, Das Kameel, seine geographische Verbreitung und die Bedingungen seines Vorkommens (Sonderabdruck der Zeitschrift für wissenschaftliche Geographie). Weimar, 1890—1891.
Lick-Observatory, Reports on the observations of the total eclipse of the sun, December 21—22, 1889, and of the total eclipse of the moon, July 22, 1888, Sacramento, Johnston, 1891.
F. Löschardt, Die neuesten Hypothesen über die Rotation des Planeten Venus (Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften) Wien, in Comm. bei Tempsky, 1891.
A. Marth, Ephemerides of the Satellites of Saturn 1890—91.
„ „ „ Satellite of Neptune 1890—91.
van der Mensbrugghe, Sur les moyens proposés pour calmer les vagues de la mer, Bruxelles, F. Hayez, 1882.
— — Quelques mots sur ma théorie du filage de l'huile. Bruxelles, F. Hayez, 1888.
— — Sur une particularité curieuse des cours d'eau et sur l'une des causes des crues subites. Bruxelles, F. Hayez, 1891.
L. Niesten, Apropos de la Rotation de la Planète Venus. Bruxelles, F. Hayez, 1891.
A. F. W. Paulsen, Observations internationales polaires, 1882—1883. (Extrait du tome 1.) Kopenhagen, G. Gad, 1891.
Report of the Superintendent of the U. S. Naval Observatory for the year ending June 30, 1889. Washington, Government Printing Office, 1889.
J. Scheiner, Recherches photométriques sur les clichés stellaires, Paris, Gauthiers-Villars et fils, 1891.
H. Seeliger, Ueber optische Ungleichheiten in der Bewegung der Doppelsterne. München, F. Straub, 1890.
— — Ueber die interpolatorische Darstellung einer Funktion durch eine nach Kugelfunktionen fortschreitende Reihe. München, F. Straub, 1890.
— — Ueber Zusammenstösse und Theilungen planetarischer Massen. München, in Comm. bei G. Granz, 1891.
P. A. Secchi, Die Einheit der Naturkräfte (Uebersetzt von Prof. Schultze), 2. Auflage. Braunschweig, O. Salle, 1891.
v. Seydlitz, Die Orientfahrt des Ritter A. v. Harff. Zeitschrift für wissenschaftliche Geographie. Weimar, Geographisches Institut, 1890.
O. Stone, Publications of the Leander Mc' Cormick Observatory of the University of Virginia. Vol. 1, Part 5, Durchmusterung. — 23°, Charlottesville, 1890.
Strehl, Negative Strandverschiebungen im Gebiete des südwestlichen Pacific,

insbesondere auf Neu-Guinea. (Zeitschrift für wissenschaftliche Geographie). Weimar, Geographisches Institut, 1890.

J. Tebbutt, Report of Mr. Tebbutts Observatory, the Peninsula, Windsor, New South Wales, for the year 1890. Sydney, Murray & Co., 1891.

J. N. Thiele, Quel nombre serait à préférer comme base de notre Système de numeration? Kopenhagen, B. Luno, 1891.

O. Ule, Die Erde, 2. umgearbeitete Auflage, mit zahlreichen Buntdruckkarten, Vollbildern und Textabbildungen. 1. Lieferung. Braunschweig, O. Salle, 1891.

F. Umlauft, Das Luftmeer, die Grundzüge der Meteorologie und Klimatologie, 5.—15. Lieferung. Wien, A. Hartleben, 1891.

A. v. Urbanitzky und S. Zeisel, Physik und Chemie, 15.—20. Lieferung. Wien, A. Hartleben, 1891.

van de Sande Bakhuyzen, Verslag van den Staat der Sterrenwart te Leiden en van de aldaar vollbrachte Werkzaamheden, in hed Tijdvak van den 22. September 1888 tot den 17. September 1889. Leiden, E. Brill, 1889.

— — Annalen der Sternwarte in Leiden, Band 5 und 6. Haag, M. Nijhoff, 1890.

Varâha Mihira, the Panchasiddhântikâ. The text edited with an original commentary in Sanskrit and an English translation and introduction by G. Thibaut, Ph. d. and Mahâmahopâdhyâya Sudhâkara Duinedî, Benares, Medical Hall Press, 1889.

J. Violle, Lehrbuch der Physik, 1. Theil: Mechanik. 1. Band: Allgemeine Mechanik und Mechanik der festen Körper. Mit zahlreichen in den Text gedruckten Figuren. Erste und zweite Lieferung. Berlin, J. Springer, 1891.

A. R. Wallace, Der Darwinismus, eine Darlegung der Lehre von der natürlichen Zuchtwahl und einiger ihrer Anwendungen. Uebersetzt von Dr. Brauns, mit einer Karte und 37 Abbildungen. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1891.

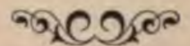
F. Watzlawik, Raum und Stoff. Das Negative und Positive der Natur zur Grundlage einer Ursachen-Wissenschaft. Berlin, Ch. Claesen & Co., 1891.

M. Wildermann, Jahrbuch der Naturwissenschaften, 1890—1891. Mit 33 in den Text gedruckten Holzschnitten und 3 Kärtchen. Freiburg i. B., Herder, 1891.

W. Wislicenus, Handbuch der geographischen Ortsbestimmungen auf Reisen zum Gebrauch für Geographen und Forschungsreisende, mit 19 Figuren im Text. Leipzig, W. Engelmann, 1891.

Wöhler und Liebig, Untersuchungen über das Radikal der Benzoesäure (1832), Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften. Leipzig, W. Engelmann, 1891.

C. Wolf, Astronomie et Géodésie, cours professé à la Sorbonne. Paris, G. Carré, 1891.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.







